

Experimentelle Studien
über
**die corticale Innervation der
Rumpfmuskulatur.**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu Dorpat
zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Julius Kusick.

Ordentliche Opponenten:

Doc. Dr. E. Stadelmann. — Prof. Dr. H. Unverricht. — Prof. Dr. K. Dehio.

Dorpat.

Druck von C. Mattiesen.
1890.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.

Referent: Prof. Dr. H. Unverricht.

Dorpat, den 1. Mai 1890.

Decan: Dragendorff.

Nr. 164.

Meinen Eltern.

Memorandum

Bei Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht allen meinen academischen Lehrern meinen aufrichtigen Dank auszusprechen.

Insbesondere gilt jedoch meine Dankbarkeit Herrn Professor Dr. H. Unverricht, dessen Assistent zu sein ich die Ehre habe und der mich bei dieser Arbeit in lebenswändigster Weise mit Rath und That unterstützte.

Einige wenige Tage vor
dem Ausbruch der
Epidemie, nämlich am 1. März
1892, wurde in der
Stadt eine große Anzahl
von Menschen erkrankt,
welche an einer
bis dahin unbekannten
Krankheit starben.
Die Krankheit wurde
als Typhus bezeichnet,
da sie die gleichen
Symptome wie dieser
Fieber hatte und die
Leichen in der Erde
nicht bestanden.

Historisches.

In den ältesten Zeiten hielt man das Gehirn für ein drüsiges Organ, dazu bestimmt, den Schleim aus dem Körper zu sammeln und durch die Nase auszuscheiden. Als Sitz der psychischen Functionen galten Leber, Milz, Herz etc. Für Aristoteles war das Gehirn ein homogener Fettklumpen, der die vom Herzen aufsteigende Wärme dämpfen sollte. Bei Hippokrates (*De morbo sacro*) finden wir aber schon, dass das Gehirn der Sitz des Denkens, des Empfindens und der Bewegung sei.

Den ersten Anfängen einer Localisation der psychischen Functionen, die sich auf Vivisectionen und pathologische Beobachtungen stützt, begegnen wir in den Schriften des Claudius Galenus. Es werden drei Hauptfunctionen der Seele angenommen: *imaginatio*, *ratio* und *memoria*, und jede von diesen in einen Hirnventrikel verlegt.

Obgleich nun diese einzelnen Functionen eine weitere Theilung erfahren, wird doch im Wesentlichen an dieser Dreitheilung bis in die neuere Zeit festgehalten. Doch zu Anfang dieses Jahrhunderts, zur Zeit Gall's¹⁾, sehen wir plötzlich das Gehirn reich bevölkert mit einer Unzahl räumlich getrennter Functionen. Der Rückschlag erfolgte sehr bald, indem Florens²⁾ Vögeln und

auch Säugethieren schichtenweise das Grosshirn abtrug und als Ergebniss dieser Versuche lehrte, dass eine funktionelle Differenz der einzelnen Abschnitte des Grosshirns nicht bestünde, sondern dass die ganze Masse des Grosshirns in allen Theilen denselben Functionen diene und in verschwenderischer Menge angelegt sei, so dass irgend ein kleiner Bruchtheil desselben, wenn auch nicht gleich, so doch nach einiger Zeit die Functionen eines grossen verlorengegangenen Grosshirnabschnittes vollkommen ersetzen könne.

Fast ein halbes Jahrhundert blieb diese Lehre nicht nur bestehen, sondern sie wurde sogar durch andere Forscher, wie Magendie³⁾, Longet⁴⁾, Matteucci⁵⁾, Van Deen⁶⁾, E. Weber⁷⁾, Budge⁸⁾, Schiff⁹⁾, u. A., die Reizversuche an den Hemisphären mit negativem Resultat vornahmen, gestützt.

Da erschien im Jahre 1870 die bahnbrechende Arbeit von Hitzig und Fritsch¹⁰⁾, welche, entgegen den früheren Angaben, den Nachweis erbrachte, dass die direkte Application des galvanischen Stromes an gewisse Stellen der Grosshirnrinde mit grosser Constanz bestimmte Muskelcontractionen hervorbringt, wogegen die Exstirpation jener Rindenpartie eine eigenthümliche Bewegungsstörung an demjenigen Körpertheil hervorruft, dessen Muskeln auf Reizung desselben Rindenbezirkes durch Contraction reagierten.

Durch diese bedeutende Errungenschaft schien der Schlüssel zur Gehirnphysiologie gegeben, und wir sahen auch seit jener Zeit die von zahlreichen Forschern an den verschiedensten Thiergattungen in Angriff genommene Frage nach der Localisation der Hirnfunctionen beständig auf der Tagesordnung.

Wenn man in der nunmehr schon stark angewachsenen Literatur über Gehirnphysiologie Umschau hält, so sehen wir unter den Forschern im Grossen und Ganzen eine gewisse Einigkeit bestehen. Diese Einigkeit vermissen wir jedoch bei der corticalen Localisation der motorischen Functionen des Rumpfes. Auf meine Bitte um ein Thema zu einer Inaugural-Dissertation machte mich Herr Professor Dr. H. U n v e r r i c h t auf diese bestehenden Widersprüche aufmerksam und beschloss ich die corticale Innervation der Rumpfmuskeln einer experimentellen Untersuchung zu unterziehen.

Bei genauerer Durchmusterung der einschlägigen Literatur finden wir die ersten Angaben über die Rückenmuskeln schon bei H i t z i g ^{11*)}, doch gelang es ihm nicht mit Bestimmtheit auf der Hirnrinde eine circumscripte Stelle zu finden, von der aus die Rückenmuskeln isolirt gereizt werden konnten; sondern es reagierten zugleich mit diesen auch die Nacken-, Hals- oder Extremitätenmuskeln. Was ferner den Reizeffect anlangt, so contrahirten sich bei einseitiger Reizung die sämtlichen Muskeln des Rumpfes doppelseitig. ^{**)}

Einige Jahre später veröffentlichte N o t h n a g e l ^{12 u. 13)} seine Versuche an Kaninchen, denen er auf H e i d e n h a i n's Anrathen geringe Mengen von Chromsäure in concentrirter Form in die Gehirnsubstanz injicirte. Wenn er an einer bestimmten Stelle der Rinde einen Chromsäureherd erzeugte, zeigten die Thiere bisweilen beim langsamen Vorwärtsbewegen an den ersten Tagen oder auch nur in den ersten Stunden neben Störungen in der Bewegung der gekreuzten Extremitäten eine Reitbahn-

*) l. c. pag. 14.

**) l. c. pag. 48.

bewegung. Die Richtung der Manège ist nach der unverletzten Seite ^{12*)}). Mitunter beobachtete N o t h n a g e l ^{12**)}) auch leichte Krümmungen der Wirbelsäule mit der Convexität nach der entgegengesetzten Seite hin, jedoch misst er diesen Krümmungen keine weitere Bedeutung bei, weil sie ihm nicht direkt erzeugt schienen, sondern secundär abhängig von der Deviation der Beine. Bei der blossen Verletzung der Rinde, ohne Betheiligung der weissen Markmasse, traten die Störungen nicht oder nur ganz vorübergehend auf. Auch bei Einstichen in die linke hintere Hemisphärenspitze zeigten sich neben Sprüngen und Manègebewegungen ganz inconstante Krümmungen der Wirbelsäule ^{13***)}). Einen Schluss betreffs der Rumpfmuskeln aus diesen wechselnden Beobachtungen konnte N o t h n a g e l natürlich nicht ziehen.

In G o l t z finden wir einen sehr energischen Gegner circumscripiter Gehirncentra, während er den einzelnen Lappen des Gehirns — namentlich in letzter Zeit — allerdings verschiedene Bedeutung beimisst.

Seine Beobachtungen an den Muskeln des Rumpfes fasst G o l t z ^{14†)}) folgendermassen zusammen: „Alle von mir operirten Thiere zeigten während einiger Zeit die Neigung, der Wirbelsäule eine seitliche Krümmung zu geben, und zwar war diese Krümmung nach derjenigen Seite gerichtet, auf welcher die letzte Durchspülung stattgefunden hatte. Zuletzt links operirte Thiere drehen also nach links, rechts operirte nach rechts. Von dieser Regel sah ich in der ersten Zeit nach der frischen Verletzung

*) l. c. pag. 200.

**) l. c. pag. 202 u. 203.

***) l. c. pag. 421 u. 422.

†) l. c. pag. 57 u. 58.

eine Ausnahme, so oft der Substanzverlust ein ausserordentlich grosser war. Hatte ich z. B. einem Hunde links eine sehr erhebliche Menge Gehirn ausgespült, so trat unmittelbar nach der Operation eine Krümmung der Wirbelsäule nach rechts ein. Tags darauf ungefähr pflegte diese Erscheinung zu weichen, und es tritt dann die regelmässige typische Krümmung nach links, d. i. nach der verletzten Seite hin auf. Ueber die Ursache der ersteren nach der gekreuzten Seite hin stattfindenden Krümmung enthalte ich mich jeder Vermuthung. Was die spätere oft mehrere Wochen hindurch andauernde Neigung zu Reitbahnbewegungen nach der verletzten Seite hin anlangt, so konnte man daran denken, dass diese mit der Störung des Sehvermögens auf dem gekreuzten Auge zusammenhängt. Dieser Gedanke ist aber abzuweisen: denn ich habe auch bei einer vollständig blinden Hündin, welcher ich eine Durchspülung des linken Gehirns zufügte, die typischen Reitbahnbewegungen nach links gesehen. Vielleicht hängen diese Reitbahnbewegungen einfach davon ab, dass die Muskeln der Wirbelsäule auf der gekreuzten Seite schwächer arbeiten, ähnlich, wie die Muskeln der Gliedmassen.“

Ferner weist Goltz ^{14*)} darauf hin, dass diese Reitbahnbewegungen in jedem Augenblick willkürlich unterbrochen werden können, und dass das Thier die Wirbelsäule auch nach der anderen Seite krümmen kann. Dieselben Befunde ergeben die von Goltz ¹⁵⁾ in neuerer Zeit unternommenen Versuche.

Am eifrigsten hat sich mit dem Studium der Rumpfinnervation Munk ¹⁶⁾ beschäftigt, welcher auf Grund sei-

*) l. c. pag. 59.

ner Untersuchungen zu Anschauungen kam, die mit den bis dahin geläufigen im schroffen Widerspruch standen und welche theilweise mit die Veranlassung waren, dass ich die Frage einer nochmaligen Prüfung unterzog.

Er verlegt entsprechend seinen Abtragungsversuchen, sowohl beim Hunde als auch beim Affen die Fühlsphäre (= motor. Zone) des Rumpfes in das Stirnhirn.

Diese Versuche stützte Munk^{17*)} einige Jahre später durch Veröffentlichung weiterer Abtrennungs- wie auch Reizversuche. Die beobachteten Störungen schildert er wie folgt:

„Wenn der Hund, dem ein Stirnlappen, z. B. der linke, abgetragen ist, sich selbst überlassen ruhig geht und die Richtung ändernd einen grösseren Bogen beschreibt, so geht er dabei ebensowohl rechts- wie links-herum; aber wenn er kurz wendet, dreht er sich hakenförmig linksherum, so dass die Rücken-Lendenwirbelsäule sich mit der Convexität nach rechts krümmt, und jedesmal dreht er sich so linksherum, nie rechtsherum. Je enger der Raum ist, in welchem der Hund sich bewegt, desto öfter wiederholen sich diese Drehungen, immer in derselben Weise, auch dann, wenn zur rechten Seite des Hundes das Terrain ganz frei ist, während die Linksdrehung die Wand, den Schrank, den Tisch und dergl. streifen lässt. Ruft man den stehenden oder gehenden Hund von hinten, so dreht er sich jedesmal hakenförmig linksherum; und wenn man selbst an seiner rechten Seite hinter ihm steht, so dreht er wol manchmal zuerst Kopf und Hals weit nach rechts, aber dann nimmt er dieselben zurück, und es erfolgt die Linksdre-

*) l. c. pag. 761 ff.

hung. Führt man, vor dem Hunde stehend, auf seiner linken Seite ein Fleischstück langsam im Bogen vom Auge nach der Schwanzwurzel hin, so dreht sich der Hund allmählich mit seiner ganzen Wirbelsäule hakenförmig nach links, ohne die Extremitäten zu bewegen, und erreicht das Fleischstück mit der Schnauze über der Schwanzwurzel, ja öfters sogar noch rechts von dieser. Bewegt man dagegen das Fleischstück ebenso an der rechten Seite des Hundes, so dreht derselbe zunächst Kopf und Hals weit nach rechts; dann aber macht er entweder plötzlich die hakenförmige Drehung linksherum und sucht so das Fleischstück zu erhaschen, oder er wirft sich zu dem Zweck ebenso plötzlich mit zeigerartiger Drehung rechtsherum, indem er sich im Becken dreht und beide Vorderextremitäten zugleich nach rechts bewegt.“ „Da die passive Beweglichkeit der Wirbelsäule unversehrt ist, so muss der Hund die Fähigkeit verloren haben zu derjenigen willkürlichen Contraction seiner Rumpfmuskulatur, durch welche die Rücken-Lendenwirbelsäule mit der Convexität nach links gekrümmt wird.“ „Der Hund, welchem beide Stirnlappen abgetragen sind, lässt dieselbe Störung der willkürlichen Bewegungen an beiden Seiten des Körpers erkennen: er dreht sich ohne Unterschied rechts- wie linksherum; aber alle seine Drehungen, ob er steht, geht oder läuft, vollziehen sich zeigerartig durch Drehung im Becken, und eine seitliche Krümmung der Rücken-Lendenwirbelsäule, eine hakenförmige Drehung nach rechts oder links kommt niemals vor. Dazu findet sich hier noch, im Gegensatz zu dem einseitig verstümmelten Hunde, dessen Körperhaltung unverändert ist, eine abnorme Wölbung der Rücken-Lendenwirbelsäule. Anfangs, so lange der Hund

nur langsam oder doch zumeist langsam sich bewegt, ist stets beim Stehen, wie beim Gehen eine geradezu katzenbuckelartige Krümmung des Rückens vorhanden, dergemäss die hinteren Extremitäten ansehnlich über die Norm den vorderen genähert sind.“ „Linksseitig operirte Hunde tragen den Kopf nach links gedreht; beiderseits verstümmelte Hunde tragen den Kopf gesenkt.“

Von seinen Reizversuchen sagt M u n k *): „Liegen die Elektroden mit ihrem gewöhnlichen Abstände (3 bis 4 mm.) oder noch besser mit einem grösseren Abstände von 5 mm. und mehr der oberen Fläche des Stirnlappens an oder dessen medialer Fläche, welche man durch Seitwärtsziehen der Falx in grosser Ausdehnung freigelegt hat und wird bei 5—4 cm. Rollenabstand (das Hinterbein reagirt schon auf 12 cm.) gereizt, so erfolgen Bewegungen der Rücken - Lendenwirbelsäule: Streckung oder Seitwärtsbiegung oder seltener Drehung derselben.“

Von einem anderen Punkte des Stirnhirns will ferner M u n k **) auch Brust- und Bauchmuskeln zur Contraction gebracht haben.

Im Gegensatz zu den Angaben früherer Forscher machte U n v e r r i c h t ¹⁸ ***) die auffällige Beobachtung, dass bei der Rumpfmuskulatur durch Rindenreizung immer Contraktionen in den Muskeln derselben Seite auftreten. Er sagt unter Anderem: „Der Punkt von welchem aus man Seitwärtsbewegungen der Hals- und Rückenwirbelsäule erhält, fällt mitten in die Extremitätenregion hinein und stimmt mit dem von Fritsch und Hitzig bestimmten Punkte ziemlich genau überein. Wir erhiel-

*) l. c. pag. 780.

**) l. c. pag. 783.

***) l. c. pag. 23 u. 24.

ten aber in der Mehrzahl der Fälle Bewegungen nach derselben Seite, auf welcher gereizt wurde, eine That-
sache, Angesichts deren, so weit wir sehen können, nur zwei Möglichkeiten obwalten. Entweder gehen von der Hirnrinde Fasern nur nach der gleichnamigen Nacken- und Rumpfmuskulatur, oder aber sie treten nach beiden Seiten, doch in der Weise, dass die für die gleichnamigen Muskeln im Uebergewicht sind, so dass trotz doppelseitiger Innervation dennoch eine einseitige Wirkung, also eine Bewegung der Wirbelsäule nach der gereizten Seite zu Stande kommt.“ Auch in seinen späteren Arbeiten ^{19*)} wird wiederholt dieser Befund bestätigt, indem die Wirbelsäule stets concav nach der Seite der gereizten Hemisphäre hin wurde. Bei halbseitigen Krämpfen wurde die Wirbelsäule convex nach der krampfenden Seite gezogen. Griffen die Krämpfe auf die andere Körperhälfte über, so kam eine neue Biegung der Wirbelsäule nach der anderen Seite zu Stande.

Bechterew ²⁰⁾ vertrat 1883 gemäss seinen im Verein mit Rosenbach ²¹⁾ unternommenen Untersuchungen die Ansicht, dass die Muskeln des Rumpfes von der Rinde der gekreuzten Hemisphäre aus und zwar von einem Punkte im hinteren Schenkel des gyrus sigmoides innervirt würden. Doch in seiner 1887 erschienenen Abhandlung ²²⁾ schliesst er sich der von Unverricht vertretenen Ansicht, dass die Rumpfmuskeln von der Hirnrinde derselben Seite versorgt werden, an; wobei Bechterew nicht mit Sicherheit eruiren konnte, ob sich die Muskeln der gekreuzten Rumpfhälfte auch an der Contraction betheiligen oder nicht.

*) l. c. pag. 192.

Ferner beobachtete B e c h t e r e w ²³⁾ bei Hunden nach einseitiger Exstirpation einer etwas nach hinten von dem gyr. sigmoides, in der Nachbarschaft der Längspalte des Gehirns gelegenen Rindenpartie, kreisende Zwangsbewegungen nach der Seite der Verletzung, welche anfallsweise gleich oder bald nach dem Eingriff auftraten und sich am Tage der Operation oder auch noch an dem folgenden Tage wiederholten. Der Körper war nach der Seite der Bewegung gekrümmt. Paresen konnten mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Dass es sich um Reizerscheinungen handelt, wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass die Bewegungen durch Bestreuen der resp. Stelle mit Kochsalz erzeugt wurden. B e c h t e r e w fand jedoch, dass tiefergreifende Zerstörung einer Hemisphäre an der betreffenden Stelle häufig von einem Kreisen in der Richtung nach der gesunden Seite begleitet wird. Letzteren Erfolg bezieht er auf Zerstörung derselben Bahn, deren Reizung den ersteren bedinge.

L u c i a n i und S e p i l l i ²⁴⁾ führten gemeinsam Exstirpationsversuche an der motorischen Sphäre des Hundes aus, die sie mit Einschluss des Stirnhirns die sensorische Sphäre benannten. Bei all den verschiedenen Exstirpationen, welche die M u n k 'schen ¹⁶⁾ Centra D, E, H und J betrafen, aber die von M u n k angegebenen Grenzen ziemlich beträchtlich überschritten, zeigten sich stets entweder Reitbahnbewegungen oder bevorzugte Rumpf- und Nackenkrümmungen nach der Seite der betroffenen Hemisphäre. Die genannten Autoren ziehen aus ihren Versuchen den Schluss *), „dass eine genaue Abgrenzung der einzelnen in der erregbaren Zone befindlichen Centren unmöglich ist und zwar nicht etwa auf

*) 24. pag. 292.

Grund der von Hitzig und Ferrier zuerst geübten elektrischen Reizung, sondern auf Grund der von Munk dahin gedeuteten partiellen Entrindungs-Erscheinungen“ *).

Die Resultate der von J o h a n n s o n ²⁵ **) unternommenen wenigen Reizversuche an der Grosshirnrinde behufs Erzeugung epileptischer Krämpfe, tragen mit Bezug auf die Rumpfmuskulatur keinen einheitlichen Charakter, weshalb er wohl auch Abstand genommen hat, aus diesen Versuchen bestimmte Schlüsse zu ziehen. In der einen Hälfte der Fälle krampften nämlich die Muskeln der gekreuzten Rumpfseite; in der anderen und wie mir scheint, genauer beobachteten Hälfte zuckten die Rumpfmuskeln der gereizten Seite neben Zuckungen der gekreuzten Extremitäten- und Kopfmuskeln.

In neuester Zeit hat Landois ²⁶) behufs Erforschung der aetiologischen Momente der Uraemie an Kaninchen experimentirt, indem er denselben verschiedene chemische Substanzen, als Kreatin, Kreatinin, Kochsalz, saures phosphorsaures Kali, Uratsediment etc. auf verschiedene Partieen der Hirnrinde auftrug und die resultirenden Krämpfe und Bewegungen studirte. Auf den durch diese Substanzen gesetzten Reiz reagirten in den meisten Fällen die Rumpfmuskeln der gegenüberliegenden Körperhälfte; nur in einzelnen wenigen Fällen liessen sich Kreis- und Zeigerbewegungen nach der gereizten Seite constatiren ***). Es erscheint mir jedoch fraglich, ob es sich bei diesen Versuchen stets um blosse Reizung gehandelt hat; denn bei mehreren Versuchen ist herabge-

*) l. c. pag. 292.

**) l. c. Verr. I, II, XXI u. XXII.

***) l. c. pag. 18, 21 u. 23.

setztes Sehvermögen *) auf dem gekreuzten Auge registriert, was doch wohl als Lähmungssymptom aufgefasst werden muss.

Wenn ich nun den bisherigen Stand der Frage nach der corticalen Innervation der Rumpfmuskulatur resumiere, so ergibt sich, dass Hitzig und Fritsch für eine Versorgung der Muskeln beider Rumpfhälften durch jede Hemisphäre plädieren, Goltz, Luciani und Sepilli, Landois und Munk nehmen eine gekreuzte Innervation an, letzterer mit Verlegung des Centrums in das Stirnhirn. Unverricht und im Anschluss an ihn Bechterew beobachteten Versorgung von der gleichseitigen Hemisphäre aus. Wechselnd waren die Versuchsergebnisse von Nothnagel und Johansson, indem bald die Muskeln der einen, bald die der anderen Körperhälfte reagierten.

*) l. c. pag. 23, 24, 25, 28 u. 29.

Methode.

Wenn ich hier auf die Methode der von mir geübten Untersuchungen ein wenig näher eingehe, so hoffe ich vielleicht manchem der späteren Forscher auf diesem Gebiete die Arbeit zu erleichtern.

Zu meinen Untersuchungen verwandte ich ausschliesslich kleinere Hunde, und zwar gab ich den Exemplaren den Vorzug, die schon das erste Lebensjahr überschritten hatten. Jüngere Thiere bluten stark aus der Diploë, und es wird dadurch nicht nur das Operationsfeld getrübt, sondern raubt auch die Blutstillung ziemlich viel Zeit. Nachdem U n v e r r i c h t ^{18*)} durch seine vergleichenden Untersuchungen über die Reizbarkeit der Hirnrinde bei frisch morphinisirten Hunden und solchen, die sich von ihrer Betäubung fast vollkommen erholt hatten, dargethan, dass die Morphinnarcose ohne wesentlichen Einfluss auf die Rindenreizbarkeit sei, glaubte ich meinen Versuchsthieren die Wohlthat dieser Narcose nicht vorenthalten zu dürfen. Meist genügten subcutan 1½—2 Spritzen einer frischpräparirten 2%igen Lösung von Morphinum hydrochloricum, um die sehr eingreifenden Operationen

*) l. c. pag. 15.

ohne wesentliche Schmerzensäusserungen zu Ende zu führen. In den seltenen Fällen, wo die Versuchsthiere während der Operation stärker reagirten, wurde wegen ihrer rascheren Ausführbarkeit die Narcose durch Aetherinhalationen ergänzt. Um das durch die relat. grossen Morphingaben verursachte Erbrechen zu mindern, erhielten die Thiere in den letzten 24 Stunden vor der Operation kein Futter. In ungefähr 15 Minuten waren die Thiere so weit betäubt, dass zur Operation geschritten werden konnte. Wenn es sich nicht um Reizversuche handelte, wurden einzelne wenige Thiere durch per Schlundsonde applicirtes Chloralhydrat (bis 2 Grm.) narcotisirt.

Befestigt wurden die Thiere in einer Mulde, welche auf niedrigen Füßen stehend auf einen Tisch gestellt wurde. Das Kopfende der Mulde ist schmaler und erhebt sich der Boden ein wenig; an diesem ist ein ca. 15 cm. langer mehrfach durchbohrter Eisenstab in der Längsachse der Mulde befestigt. In diesem Eisenstabe kann durch eine Schraubenvorrichtung ein aus rundem Eisen gearbeiteter Steigbügel in umgekehrter Richtung vermittelt eines Ansatzes fixirt werden. Die Seiten der Mulde tragen eine Reihe von spaltförmigen Oeffnungen für die Riemen bestimmt und befinden sich entsprechend den Oeffnungen an der äusseren Seite geknöpfte Schrauben. An diese Knöpfe werden die zur Fixation der Extremitäten dienenden Riemen, die an dem einen Ende eine Lederschlinge tragen und im Uebrigen in ihrer ganzen Länge dicht durchlöchert sind, nachdem sie die spaltförmigen Oeffnungen passirt, aufgeknöpft. Sollte das Versuchsthier fixirt werden, so wurde ihm der dem Tritt entsprechende Theil des Steigbügels hinter die Reisszähne

geschoben, die Schnauze mit einem weichen Riemen hinter dem Bügel fest umschnürt und dieser an die Mulde geschraubt. Hierauf wurden die Extremitäten in der oben geschilderten Weise befestigt.

Auf diese Weise konnte stets eine sehr rasche, sichere Fixirung der Thiere erzielt werden, der Kopf war von allen Seiten gut zugänglich und störten die Riemen niemals die Operation, weil sie unter die Mulde zu liegen kommen. Das Thier konnte, je nach Bedarf, entweder in der Rücken- oder Bauchlage fixirt werden. Bei den Reizversuchen, wo es auf eine genaue Beobachtung der Bewegungen ankam, wurden die Thiere entweder garnicht oder nur ganz lose auf einem Untersuchungsbrett befestigt.

Bei Thieren, die gleich nach dem Versuch getödtet werden sollten, wurde stets die Tracheotomie ausgeführt und eine rechtwinklig gebogene Kanüle mit einer verstellbaren Oeffnung im äusseren Cylinder eingeführt. Diese von Ludwig *) angegebene Kanüle wurde durch einen Gummischlauch verlängert, um die erforderlichen Falls vermittelt eines kleinen Blasebalges unternommene künstliche Respiration bequemer ausführen zu können. Sollten die Thiere erhalten bleiben, so wurde das Operationsfeld sorgfältig rasirt und desinficirt.

Zur Blosslegung des Gehirns wurden die Weichtheile in der Medianlinie durch einen Schnitt bis auf den Knochen durchtrennt, der Musculus temporalis theilweise vom Knochen abgelöst, das Periost durch ein Raspatorium bei Seite geschoben und die Schädelhöhle durch ei-

*) E. C y o n , Methodik der physiologischen Experimente und Vivisectionen. Giessen und St. Petersburg 1876 p. 60.

nen 16 mm. im Durchmesser haltenden Trepan eröffnet. Die Knochenlücke wurde nach Bedarf mittelst einer Zange mit schmalen Branchen erweitert. Nachdem die Blutung durch leichtes Herüberfahren mit trockener Verbandwatte gestillt war, wurde die Dura mater mit einer Scheere mehrfach eingeschnitten und die so gebildeten Lappen zurückgeschlagen. Zur Reizung verwandte ich ein Bunsen'sches Element, welches verbunden wurde mit einem Du Bois Reymond'schen Schlittenapparat. Die 1 bis 2 mm. von einander entfernten geknöpften Kupferelektroden waren mit dem Inductionsapparat durch sehr dünne Leitungsdrähte verbunden, so dass das Gehirn beim Auflegen der Elektroden oder bei eventuellen Zuckungen des Versuchstieres nicht weiter maltrahirt werden konnte. Die Stärke des Stromes prüfte ich an der eignen Zunge und kamen hauptsächlich Ströme zur Verwendung, die eben eine deutliche Sensation auf der Zungenspitze hervorriefen. Die Einwirkung war, wo solches nicht ausdrücklich anders angegeben, eine momentane.

Nach jedem einzelnen Reizversuch wurde das Gehirn mit den Weichtheilen bedeckt und dem Thier eine Erholungszeit von 10—15 Minuten gelassen. Ich konnte stets constatiren, dass die Erregbarkeit der Hirnrinde, die gegen das Ende des vorhergegangenen Versuches ziemlich beträchtlich gesunken war, nun wieder eine grössere war.

Bei den halbseitigen Rückenmarksdurchschneidungen im Halsmark drang ich in der Mittellinie bis auf die Wirbelsäule vor, wobei der Kopf des Versuchstieres stark vornüber gebeugt wurde, die Weichtheile wurden vom Atlas durch ein Raspatorium entfernt und dieser

selbst durch eine kleinere Trepankrone aufgebohrt. Auch hier wurde die Dura mater aufgeschnitten, so dass das Rückenmark deutlich sichtbar war. Die Durchschneidung selbst wurde mit einem ganz schmalen Messerchen mit gerade abgeschliffenem Rücken ausgeführt, indem das Messer möglichst genau am Sulc. longitud. post. senkrecht eingestochen und zur Seite ausgezogen wurde. Der etwas umständlicheren Trepanation des Atlas gab ich den Vorzug vor der Durchschneidung im Spatium zwischen zwei Halswirbeln, weil ich bei letzterer Operationsmethode mit sehr starken Blutungen aus der Art. vertebralis oder ihren Aesten zu thun hatte; doch habe ich auch bei den Durchschneidungen in der Höhe des Atlas die Blutungen nicht ganz vermeiden können.

Zur halbseitigen Durchschneidung des Rückenmarks in der Höhe der obersten Brustwirbel wurde das Thier mit gekreuzten Vorderextremitäten auf die Mulde gelagert und dadurch die Scapulae zum stärkeren Auseinanderweichen gebracht. Dann wurden die Processus spinosi von zwei benachbarten Wirbeln mit dem Messer blossgelegt und mit der Zange weggebrochen. Auch der Rückenmarkskanal wurde mit einer Zange eröffnet und die Durchschneidung des Rückenmarks wie oben ausgeführt, nur war dieselbe schwieriger, weil hier in grosser Tiefe gearbeitet werden musste.

Bevor ich hier meine Versuchsprotokolle folgen lasse, will ich vorausschicken, dass, obgleich die Thiere unter täglicher Controlle standen, ja in den ersten Tagen nach der Operation sogar mehrmals täglich untersucht wurden, ich, um Wiederholungen zu vermeiden, nicht die Ergebnisse der Untersuchung Tag für Tag registri-

ren will, sondern nur die Tage berücksichtigen werde, an denen ich im Verhalten der Versuchsthierc Aenderungen entdeckte. Von einer chronologischen Anordnung der Protokolle stehe ich ab, weil die Uebersichtlichkeit des gesammten untersuchten Materials darunter leiden dürfte.

Versuchsprotokolle.

I. Versuch.

Abtrennung des linken Stirnlappens.

8. Oct. Einem kräftigen, sehr munteren, weissen Hunde von 6600 Grm. Körpergewicht wird nach subcutaner Injection von 4 Ctgrm. Morph. mur. links von der Medianlinie der Schädel mit Eröffnung der Stirnhöhle trepanirt. Blossgelegt wird unter geringer Blutung der Gyrus sigmoides anterior (Langley²⁷) und ein Theil des Stirnlappens. Da das Thier beim Berühren der Dura stark reagirt, wird diese mit einer 5%igen Cocaïnlösung betupft und nunmehr schmerzlos parallel dem Sinus longitudinalis gespalten. Hierauf wird unter der Dura zum Schutz des Sinus ein Spatel vertikal in die Fissura longitudinalis an der Grenze zwischen Gyrus sigmoides und Stirnlappen eingeführt, letzterer mit einem Messer ohne nennenswerthe Blutung abgetrennt und in situ belassen. Die Trepanöffnung wird mit einem Streifen Jodoformgaze ausgefüllt, deren anderes Ende zur Hautwunde herausgeführt wird. Hierauf werden Periost- und Hautnähte applicirt und die Wunde mit Photoxylin versorgt.

Gleich nach der Operation läuft das Thier relativ munter, nur bisweilen leise wimmernd, im Operationsraume umher, wobei es in allen seinen Bewegungen unbehindert scheint. Das Thier wird in einen Kasten für Versuchsthiere gethan, wo es sich eine Schlafstelle suchend in dem engen Raume mehrere Kreise nach rechts mit starker Krümmung der Wirbelsäule ausführt und sich hinlegt.

Als ich das Thier nach ca. 3 Stunden wiederum besichtigte, erhob es sich, um nunmehr in gleicher Weise nach der linken Seite kreisend die Schlafstelle zu wechseln.

9. Oct. Das Thier ist sehr munter, frisst gut und zeigt durchaus keine Abweichung im Bezug auf sein früheres Verhalten. Wird ein Brodstück vom rechten Auge zur Schwanzwurzel derselben Seite geführt, so folgt der Hund demselben mit durchaus normaler Rumpfkrümmung, ja folgt sogar dem sehr rasch kreisenden Brodstück überaus geschickt und flink. Links derselbe Befund. Von hinten angerufen, dreht er sich bald rechts, bald links herum ohne merkliches Bevorzugen der einen Seite. Von hakenförmiger oder zeigerartiger Wendung ist absolut nichts zu beobachten, sondern das Thier wendet stets mit einer deutlichen Rumpfkrümmung. Auch zeigt die Wirbelsäule keine abnormen Krümmungen in der Sagittalebene. Der Kopf wird ganz frei bewegt und, wenn nichts die Aufmerksamkeit des Thieres in Anspruch nimmt, in der Medianlinie getragen und zwar nicht über Gebühr gesenkt. Es lassen sich keinerlei Sensibilitätsstörungen nachweisen.

11. Oct. Dem überaus munteren und spiellustigen Thier werden die Hautnähte und die Jodoformgaze entfernt, wobei sich einige wenige Tropfen Eiter zeigen; sonst status idem.

20. Oct. Die Wunde ist vollständig vernarbt und unterscheidet sich das Thier durch nichts von einem gesunden Hunde.

25. Oct. Da das Thier keinerlei Aenderungen in seinem Verhalten zeigt, wird es durch Verblutung aus den Carotiden getödtet.

Autopsie: Die Knochenlücke ist durch Bindegewebe geschlossen und adhärirt letzterem an einer erbsengrossen Stelle die Dura und Pia. Der Schnitt ist circa 1 mm. hinter die Vorderstirnfurche (Munk) gefallen und durchsetzt den ganzen Lappen bis auf den angeschnittenen Bulbus olfactorius. Der abgetrennte Stirnlappen zeigt geringe Schrumpfung.

II. Versuch.

Abtrennung des rechten Stirnlappens.

14. Oct. Ein braungetiegener 5600 Grm. schwerer Hund erhält 4 Ctgrm. Morph. mur. subcutan und wird hierauf rechts der Gyrus sigmoides ant. und ein Theil des Stirnlappens mit Eröffnung der Stirnhöhle freigelegt und in der im vorigen Protokoll beschriebenen Weise das

Stirnhirn rechts abgetrennt. Die Blutung ist unbedeutend. Es wird ein Streifen Jodoformgaze in den Knochen defect gebracht, die Wunde durch Hautnähte geschlossen und durch mit Photoxylin getränkte Watte verklebt. Da nach der Operation die Herzthätigkeit des Hundes schlecht ist, erhält er eine Spritze Aether subcutan und wird in den Wärmekasten gethan.

15. Oct. Das Thier hat sich sehr gut erholt, frisst und ist ganz munter. Alle Rumpfbewegungen scheinen frei. Es erreicht ein über der Schwanzwurzel gehaltenes Stück Fleisch gleich geschickt von beiden Seiten und kreist nach einem solchen nach links, wie nach rechts mit gleichstarker Krümmung der Wirbelsäule. Von hinten angerufen wendet es kurz mit starker Krümmung der Wirbelsäule, ohne die Wendung nach der einen oder der anderen Seite zu bevorzugen. Sensibilitätsstörungen nicht nachweisbar.

16. Oct. wird der Hund an den Vorderbeinen aufgehoben, so hängt der Rumpf ohne seitliche Krümmung der Wirbelsäule herab. Stützt man ihn abwechselnd mit der einen und der anderen Thoraxhälfte auf die flache Hand, so dass der Rumpf horizontal in der Luft schwebt, so ergiebt sich eine gleiche Kraftentwicklung in den beiderseitigen Rückenmuskeln. Einem hochgehaltenen Stück Fleisch folgt das Thier sehr geschickt auf den Hinterbeinen ohne Krümmung der Wirbelsäule.

17. Oct. Stat. idem. Die Nähte und der Gazestreifen werden entfernt, wobei sich aus der Wundhöhle einige Tropfen Blut entleeren.

23. Oct. Die Drainöffnung hat sich geschlossen. Das Thier ist nach wie vor sehr munter und zeigt bezüglich seiner Rumpfmuskeln das oben beschriebene Verhalten.

28. Oct. Da das Thier durchaus normal erscheint, wird es durch Verblutung aus den Carotiden getödtet.

Autopsie: Der Schnitt ist in die Vorderstirnfurche gefallen und ist der rechte Frontallappen abgetrennt. Der Bulbus olfactorius ist unverletzt.

III. Versuch.

Abtrennung der beiden Stirnlappen.

14. Oct. Einer jungen, schwarzen Hündin von 5000 Grm. Gewicht wird nach subcutaner Injection von 3 Ctgrm. Morph. mur. beiderseits der Gyrus sigmoides ant. und

ein Theil des Stirnhirns freigelegt, wobei über dem Sinus longitudinalis eine schmale Knochenbrücke stehen bleibt. Da das Thier während der Operation unruhig ist, werden noch 2 Ctgrm. Morph. mur. subcutan gegeben aber ohne wesentlichen Erfolg. Die Blutung aus der Diploë ist ziemlich stark und wird erst durch Zusammenkneifen mit der Zange gestillt.

Die Stirnlappen werden beiderseits hinter der Vorderstirnfurche abgetrennt, wobei es links aus der Schnittwunde ziemlich stark blutet und quillt die freigelegte Hirnpartie ein wenig vor. Die Wunde wird durch Nähte geschlossen und mit Photoxylin versorgt. — Das Thier erhält subcutan 1 Ccm. Aether, weil der Puls schwach und nicht ganz regelmässig ist. Dem sehr benommenen Thier wird nach einigen Stunden noch eine Spritze Aether subcutan gegeben.

15. Oct. Vormittags. Das Thier ist sehr unruhig, winselt beständig und wechselt seinen Platz sehr häufig in dem engen Käfig, wobei es starke Rumpfkrümmungen und Kreisbewegungen nach beiden Seiten scheinbar ganz unbehindert ausführt.

Nachmittags. Das sehr unruhige Thier ist in seinem Käfige in ununterbrochener Bewegung, wobei es häufig Kreisbewegungen mit starker Krümmung der Wirbelsäule sowohl nach links, als nach rechts ausführt. Der Kopf wird vielleicht ein wenig gesenkt getragen. Die Lendenwirbelsäule zeigt keine katzenbuckelartige Krümmung.

Am Abend heult das Thier ohne Unterbrechung und wird aus Rücksicht für meine in demselben Raume arbeitenden Collegen durch Verblutung getödtet.

Autopsie: Nach Entfernung der Nähte zeigen sich die Hautränder schwach verklebt und sickert aus der Wundhöhle eine geringe Menge schwärzlicher Flüssigkeit. Links erweist sich der Stirnlappen bis auf den Bulbus olfactorius durchtrennt und fällt der Schnitt in die Vorderstirnfurche. Die prolabirte Partie entspricht dem Theil des Gyrus sigmoides vor dem Sulcus cruciatus (Leuret³⁶); an der Basis links findet sich ein ziemlich bedeutender Bluterguss im Arachnoidalraum, der in der Gegend des Chiasma in geringer Ausdehnung auch auf die rechte Seite übergreift.

Rechts liegt der Schnitt ca. 2 mm. hinter der Vorderstirnfurche und liegt die Schnittebene nicht vertikal,

sondern rückt sie an der Basis ein wenig nach hinten. Rechts seitlich ist ein kleiner Theil der grauen Rinde nicht durchtrennt.

IV. Versuch.

Reizung des linken Stirnlappens und des Rumpfmuskelcentrums.

Ein alter dunkelgrauer Hund von 4630 Grm. Körpergewicht erhält subcutan 4 Ctgrm. Morph. hydrochlor. Ungefähr nach 15 Minuten wird die Tracheotomie ausgeführt und der Schädel links trepanirt. Blossgelegt wird das Stirnhirn, der ganze Gyr. sigmoides und der Gyr. coronarius (L a n g l e y). Da der Hund unruhig ist, erhält er noch 2 Ctgrm. Morph. subcutan.

Jetzt wird der Stirnlappen sowohl mit schwachen Strömen, als auch mit solchen, die auf der Zunge nicht mehr ertragen werden können gereizt, ohne dass es zu irgend welchen Bewegungen kommt. Auch eine Verlängerung der Reizdauer bis zu 5 Sec. bleibt ohne Erfolg.

Reizung der Extremitätencentra und des Orbiculariscentrums ergiebt prompte Reaction auf schwache Ströme.

Wird eine circumscribede Partie am lateralen Ende des Gyr. sigmoides post. (L a n g l e y) zwischen den Centren für die rechten Extremitäten gereizt, so kommt es zu einer starken Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach links. Nochmalige Reizung dieser Partie löst einen halbseitigen Krampfanfall aus, der mit einer Concavkrümmung der Wirbelsäule nach links beginnt, hierauf die rechten Extremitäten ergreift, dann erfolgen Zuckungen des rechten Ohres und des Musc. orbicularis und Nystagmus nach rechts; gleichzeitig zuckt das Platysma auf der linken Seite. Wiederholte Reizung des Rumpfcentrums ergiebt stets deutliche Krümmung der Wirbelsäule concav nach links.

Sehr bald jedoch wird eine isolirte Reizung unmöglich, indem jetzt auch ganz schwache Ströme langdauernde, unregelmässig hin- und herwogende epileptische Krämpfe auslösen, wodurch die exacte Beobachtung sehr erschwert wird.

Das Thier wird durch Verblutung getödtet.

Die Autopsie ergiebt, dass links das Stirnhirn, der Gyr. sigmoides und der Gyr. coronarius freigelegt waren.

V. Versuch.

Reizung des linken Stirnlappens und des Rumpfmuskelcentrums auf beiden Seiten.

Ein junger, schwarzer, kräftiger Hund erhält 4 Ctgr. Morph. hydrochlor. subcutan, worauf bald die Tracheotomie ausgeführt und zur Blosslegung des Gehirns geschritten wird. Die Athmung sistirt aber vollständig und muss dieselbe während der ganzen Dauer der Operation künstlich unterhalten werden. Die Blutung aus der Diploë der sehr dicken Schädelknochen ist ziemlich beträchtlich. Aufgedeckt wird beiderseits der Gyr. sigmoides und der Gyr. coronarius, ausserdem links das Stirnhirn.

Die elektrische Erregbarkeit der Hirnrinde ist sehr stark herabgesetzt und wird in Folge dessen dem Thier 1 Mlgrm. Atropin. sulf. subcutan gegeben und die Reizung erst nach voll eingetretener Atropinwirkung wieder aufgenommen. Die Athmung erfolgt jetzt spontan.

Reizung des linken Stirnlappens ca. 3—4 mm. von der Medianlinie ergiebt auch bei RA (Rollenabstand) = 40 mm. und einer RD (Reizdauer) = 10 Sec. keinerlei Rumpfbewegungen. Reizung des linken Rumpfcentrums bei RA = 70 mm. ruft einen partiellen Krampfanfall hervor, der mit einer starken Concavkrümmung der Wirbelsäule nach links beginnt, die rechte Hinterextremität ergreift und dann erlischt.

Die Erregbarkeit der Hirnrinde auf der rechten Seite ist so weit gesunken, dass der Orbicularis erst bei RA = 70 mm. reagirt, die Extremitätencentra bei RA = 50 mm. und das Rumpfcentrum, dessen Lage dem im vorigen Versuch entspricht, erst bei RA = 40 mm. und RD = 2—3 Sec.; auch hier reagirt die gleichseitige Rumpfmuskulatur. Es wird die halbseitige Rückenmarksdurchschneidung zwischen Occiput und Atlas versucht, wobei es zu einer starken intrameningealen Blutung und zu Gehirnprolaps kommt. Der Hund wird getödtet.

Die Autopsie zeigt, dass links das Stirnhirn und auf beiden Seiten der Gyr. sigmoides und coronarius aufgedeckt waren.

VI. Versuch.

Reizung des linken Stirnlappens und des Rumpfmuskelcentrums auf beiden Seiten; halbseitige Halsmarkdurchschneidung rechts.

Einem schwarzen, sehr munteren Hunde von 5100 Grm. Körpergewicht werden 6 Ctgrm. Morph. hydrochlor.

subcutan gegeben. Nach ausgeführter Tracheotomie wird links das Gehirn aufgedeckt, indem der Stirnlappen, der Gyr. sigmoides u. der Gyr. coronarius blossgelegt werden.

Während alle aufgedeckten Centren auf schwache Ströme prompt reagiren, wird der Stirnlappen vergebens gereizt. Auch bei stärkeren Strömen, die auf der Zunge nicht mehr ertragen werden können, lassen sich vom Stirnlappen aus keinerlei Bewegungen auslösen. Reizung des Rumpfcentrums ergiebt auch bei schwachen Strömen starke Krümmung der Wirbelsäule concav nach links.

Die Narcose wird durch Injection von 2 Ctgrm. Morph. hydrochlor. ergänzt und das Rückenmark zwischen Occiput und Atlas rechts halbseitig durchtrennt. Die Blutung ist sehr gering. Die rechten Extremitäten scheinen gelähmt.

Reizung des linken Rumpfmuskelcentrums führt zu einem epileptischen Anfall der mit Zuckungen in der rechten Gesichts- und Zungenmuskulatur beginnt; eine deutliche Krümmung der Wirbelsäule concav nach links kommt nicht zu Stande, es verharren auch die rechten Extremitäten in Ruhe. Die Krämpfe greifen mit Zuckungen in der linken Hinterextremität auf die andere Seite über und erfolgt jetzt eine starke Krümmung der Wirbelsäule mit der Concavität nach rechts. Bei den stärkeren Zuckungen der linken Extremitäten treten auch etwas schwächere klonische Zuckungen (secundäre) auf der rechten Seite auf. Während der schwächeren linksseitigen Zuckungen verhalten sich dagegen die Glieder der rechten Seite ruhig.

Reizung des Orbiculariscentrums links löst einen epileptischen Anfall aus, der mit Zuckungen im rechten Orbicularis und Ohr beginnt. Nach einer sehr langen Pause (einige Minuten), in welcher sich die rechten Extremitäten und die linke Rumpfmuskulatur absolut still verhalten haben, treten klonische Zuckungen in der linken Hinterpfote, später schwächere in der linken Vorderpfote auf, dann aber erlöschen die Krämpfe, ohne dass es zu einer Krümmung der Wirbelsäule oder zu secundären Zuckungen rechts gekommen war. Reizung der Extremitätencentra bleibt erfolglos.

Mittlerweile (4 Stunden nach der ersten Morphingabe) ist die Reizbarkeit der Hirnrinde stark gesunken,

weshalb dem Hunde $\frac{1}{2}$ Mlgrm. Atrop. sulf. subcutan gegeben wird. Nach deutlich eingetretener Atropinwirkung wird bei nochmaliger Reizung der linken Hemisphäre ein sehr unregelmässiger Krampfanfall ausgelöst, der im rechten Orbicularis, der Kiefermuskulatur und links im Platysma beginnt und darauf auf die linksseitigen Extremitäten übergreift. Eine Krümmung der Wirbelsäule wird nicht beobachtet.

Ein neuer Reizversuch vom Kiefercentrum aus löst einen Krampfanfall aus, der in der gereizten Muskulatur beginnt. Nach sehr langer Dauer und nach mehrmaligem An- und Abschwellen der Zuckungen tritt ein Klonus in der linken Hinterpfote und bald darauf in der Vorderpfote und im linken Orbicularis auf. Sicher fehlt jede Rumpf- und Nackenkrümmung. Im rechten Hinterbein wird während der linksseitigen Zuckungen schwacher secundärer Klonus beobachtet.

Jetzt wird auch rechts der Gyr. sigmoides und coronarius ohne nennenswerthe Blutung aufgedeckt. Von hier aus vorgenommene Reizung ruft Bewegungen der linken Vorder- und Hinterpfote hervor, aber es kommt zu keiner deutlichen Contraction der rechtsseitigen Rumpfmuskulatur. Bei längerer Einwirkung des Stromes kommt es zu einem Krampfanfall in der linken Körperhälfte. Nach einiger Zeit (genügend für die Zuckungen der gelähmten Extremitäten) tritt Klonus im rechten Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach rechts ein. Während des ganzen Anfalles keinerlei Rumpfkümmungen. Der Hund wird durch Verblutung aus den Carotiden getödtet.

Autopsie: An der Durchschneidungsstelle zwischen Occiput und Atlas hat eine sehr geringe subdurale Blutung stattgefunden. Die makroskopische Betrachtung der durch die durchschnittene Partie gelegten Schnitte ergiebt, dass die rechte Rückenmarkshälfte nicht ganz durchtrennt ist, sondern der Schnitt ca. $\frac{1}{2}$ mm. rechts von der Medianlinie beginnt. Die obengenannten Rindenbezirke waren blossgelegt.

VII. Versuch.

Reizung des linken Rumpfmuskelcentrums.

Ein schwarzweisser Hund von 3880 Grm. Körpergewicht erhält 6 Ctgrm. Morph. hydrochlor. subcutan. Nach eingetretener Narkose wird die Tracheotomie aus-

geführt und links der Gyr. sigmoides und coronarius, wie auch der vordere Schenkel des Gyr. ectosylvicus (Langley) aufgedeckt. Die Blutung ist recht unbedeutend. Die häufig stockende Athmung muss künstlich unterhalten werden.

Nachdem das Thier sich bezüglich der Athmung erholt, wird das Rumpfmuskelcentrum aufgesucht, welches entsprechend den früheren Versuchen zwischen den Centren für die gekreuzten Extremitäten liegt. Wiederholte Reizung dieses Centrums ergibt stets Krümmung der Wirbelsäule concav nach links, zugleich wird auch die Ruthe kräftig nach links gezogen.

Eine geringe Verstärkung des Stromes löst einen Krampfanfall aus, der mit einer Krümmung der Wirbelsäule concav nach links beginnt, hierauf Klonus der rechten Extremitäten, dann im rechten Orbicularis und Ohr und der Kiefermuskulatur. Zugleich tritt Nystagmus nach rechts auf. Das Platysma zuckt auf der linken Seite. Die Krämpfe greifen auf die andere Seite über, indem zuerst Zuckungen im linken Hinterbein auftreten, dann im linken Vorderbein und wird die Wirbelsäule concav nach rechts gebogen. Hierauf werden die Gesichts- und Kiefermuskeln ergriffen und erlischt der Krampf mit Nystagmus nach links. Nach einiger Zeit wird ein zweiter Krampfanfall provocirt, der analog dem vorigen verläuft.

Das Thier wird durch Verblutung getödtet, nachdem die Rumpfcentren durch eingestochene Nadeln markirt worden.

Die Autopsie bestätigt, dass die obengenannten Rindenbezirke blossgelegt waren.

VIII. Versuch.

Reizung des linken Rumpfmuskelcentrums.

Bei einer schwarzweissen Hündin von 4200 Grm. Körpergewicht wird nach subcutaner Injection von 4 Ctgrm. Morph. hydrochl. die Tracheotomie ausgeführt. Da das Thier aber während der Operation stark reagirt, erhält es noch weitere 4 Ctgrm. Morph., ohne dass auch jetzt eine Narkose erzielt wurde. Mit dem gleichen negativen Resultat werden aus einer frischpräparirten Lösung 6 Ctgrm. Morph. injicirt.

Das Gehirn wird in leichter Aethernarkose aufgedeckt und zwar im Bereiche des linken Gyr. sigmoides und coronarius. Mehrfache Reizung des zwischen den Extremitätencentren gelegenen Rumpfmuskelcentrums ergiebt stets deutliche Krümmung der Wirbelsäule concav nach links.

Die halbseitige Rückenmarksdurchschneidung misslingt und wird das Thier getödtet.

Autopsie: Freigelegt waren der Gyr. sigmoides und coronarius.

IX. Versuch.

Reizung des Rumpfmuskelcentrums auf beiden Seiten;
halbseitige Halsmarkdurchschneidung links.

Bei einer kleinen, hellgelben Hündin von 3800 Grm. Körpergewicht wird nach vorausgeschickter subcutaner Injection von 5 Ctgrm. Morph. hydrochlor. die Tracheotomie ausgeführt und beiderseits der Gyr. sigmoides und coronarius freigelegt. Wegen Unruhe des Thieres muss häufig die Narkose durch Aetherinhalationen ergänzt werden. Jetzt werden die Rumpfcentren beiderseits bestimmt, und zwar ergiebt die rechtsseitige Reizung bei $RA = 120$ mm. eine Krümmung der Rumpf- und Nackenwirbelsäule concav nach rechts. Die Ruthe wird aus der Medianlinie nach links gezogen. Vom Orbiculariscentrum aus erfolgt prompte Reaction schon bei $RA = 150$ mm.

Reizung des Rumpfcentrums links ergiebt deutliche Concavkrümmung der Wirbelsäule nach links.

Reizung einer circumscribten Partie im Gyr. sigmoides ant. sin. ungefähr in gleicher Höhe mit dem Rumpfcentrum ergiebt deutliche Katzenbuckelkrümmung.

Zur Durchschneidung des Rückenmarks wird der Atlas links von der Medianlinie trepanirt und ohne nennenswerthe Blutung die halbseitige Rückenmarksdurchschneidung links ausgeführt. Das Thier zeigt jetzt eine deutliche Paralyse der linken Extremitäten, indem es an der Rückenhaut hochgehalten, dieselben schlaff herabhängen lässt, während die rechtsseitigen angezogen werden, und führt das Thier mit diesen Bewegungen aus.

Reizung des Rumpfcentrums links bei $RA = 100$ löst einen Krampfanfall aus, der mit klonischen Zuckungen in der linken Rumpfmuskulatur beginnt und auch die rechte Hinter- und Vorderextremität ergreift. Hierauf Zuckungen im rechten Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach rechts. Die Rückenwirbelsäule deutlich concav nach links, die Nackenwirbelsäule stark nach rechts concav. Das Thier beharrt auch nach dem Erlöschen des Anfalls mit dieser allerdings jetzt etwas schwächeren Nackenkrümmung. Die linken Extremitäten verhielten sich ruhig.

Ein erneuter Reizversuch am linken Rumpfcentrum ergiebt eine starke Krümmung der Wirbelsäule concav nach links, die Ruthe wird nach rechts gezogen, jedoch erfolgt kein epileptischer Anfall.

Reizung des rechten Rumpfcentrums bei $RA = 90$ mm. ergiebt keine Rumpfkrümmung, wol aber einen Anfall, der in der rechten Hinterextremität mit einem Strecktetanus nach vorn beginnt (dieser Tetanus wird später häufig auch ohne Reizung beobachtet). Während des rechtsseitigen Strecktetanus lassen sich in der linken Hinterextremität schwache Zuckungen beobachten. Hierauf Klonus im linken Orbicularis und Ohr. Während der Tetanus der rechten Hinterextremität sich in einen Klonus auflöst, kommt es zu einer starken Krümmung der Wirbelsäule concav nach links, hierauf Zuckungen im linken Platysma und rechten Orbicularis. Die linken Extremitäten verhalten sich absolut ruhig. Der Anfall erlischt mit starker rechtsseitiger Nackenkrümmung.

Reizung des rechten Rumpfcentrums ergiebt durchaus keine laterale Concavkrümmung der Wirbelsäule, sondern wird der Lendentheil derselben concav nach vorn gebogen.

Bei erneuter Reizung des linken Rumpfcentrums bei $RA = 80$ mm. krümmt sich der Rumpf stark concav nach links, dann beginnt die rechte Hinterextremität zu zucken, und löst sich der Tonus der Rumpfmuskulatur in klonische Zuckungen auf. Hierauf treten Zuckungen im rechten Vorderbein, im Orbicularis und Ohr auf, und sind die Bulbi nach rechts gewandt. Während der ganzen Dauer dieser ersten Hälfte des Anfalls blieb der Rumpf und Schwanz stark concav nach

links gekrümmt. Die linksseitigen Extremitäten zeigen fast gar keine secundären Krämpfe. Später verräth sich das Uebergreifen der Erregung auf die rechte Hemisphäre durch Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr, sehr langdauernden Nystagmus nach links und Zuckungen im rechten Platysma. Es fehlt aber sicher jede Concavkrümmung nach rechts und jeder primäre Krampf in den linken Extremitäten. Auch wird der Schwanz nicht nach rechts gezogen.

Nachdem dem Thiere einige Zeit zur Erholung gegönnt worden, wird es mit der rechten Seite auf die Hand als alleinigen Unterstützungspunkt gelagert, so dass der Rumpf durch die Schwere eine starke Concavkrümmung nach rechts erhält. Bei Reizung des linken Rumpfcentrums bei $RA = 90$ mm. wird der Rumpf jedesmal mit kräftigem Stosse nach links geschleudert, so dass die Wirbelsäule nicht nur vollkommen gestreckt, sondern sogar stark nach links concav wird. Es besteht nach der Reizung sehr langdauernder Tremor im rechten Hinterbeine.

Das Versuchsthier wird mit der Schnauze aufgehängt und nun das Rumpfcentrum links bei $RA = 90$ mm. gereizt. Bei jedesmaliger Reizung tritt energische Krümmung der Wirbelsäule concav nach links ein. Bei Wiederholung des Reizes entsteht ein Krampfanfall bestehend in energischer Krümmung der Wirbelsäule concav nach links, Zuckungen der rechten Extremitäten (ohne Betheiligung der linken). Zuckungen im linken Platysma, rechten Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach rechts. Nachdem diese Zuckungen längere Zeit gedauert, greift der Krampf auf die andere Hemisphäre über, indem es zu linksseitigem Orbiculariskrampf, Nystagmus nach links und zu Zuckungen im rechten Platysma kommt. Die linken Extremitäten verhalten sich vollkommen ruhig, auch besteht keine Andeutung einer Krümmung der Wirbelsäule nach rechts. Zum Schluss Laufbewegungen.

Reizung des rechten Rumpfcentrums in der oben beschriebenen Lage des Versuchsthiers ergiebt keine Krümmung der Wirbelsäule.

Nachdem die Lage der Rumpfcentren durch eingestochene Nadeln markirt worden, wird das Thier getödtet.

Die Autopsie bestätigt, dass das Gehirn in der

obengenannten Ausdehnung aufgedeckt war und erscheint das Rückenmark in der Höhe des Atlas links bei makroskopischer Betrachtung vollkommen halbseitig durchtrennt. Es hat an der Durchtrennungsstelle eine ganz minime subdurale Blutung stattgefunden.

X. Versuch.

Reizung des Rumpfmuskelcentrums auf beiden Seiten; halbseitige Halsmarkdurchschneidung links.

Einem alten, kräftigen, schwarzen Hunde von 7800 Grm. Körpergewicht werden 6 Ctgr. Morph. hydrochlor. subcutan gegeben und nach vorausgeschickter Tracheotomie wird beiderseits der Gyr. sigmoides und coronarius aufgedeckt, wobei über dem Sinus longitudinalis eine schmale Knochenbrücke stehen bleibt. Die von Knochenbälkchen durchgezogene Dura lässt sich nicht zurückschlagen und wird in Folge dessen an den Rändern der Knochenlücke abgetragen.

Reizung auf der rechten Seite in der Gegend, in welcher das Rumpfcentrum vermuthet wird, ruft bei $RA = 100$ mm. einen raschverlaufenden Krampfanfall hervor, der mit einer Krümmung der Wirbelsäule concav nach rechts beginnt, darauf treten Zuckungen in den linken Extremitäten, Krümmung des Nackens concav nach links und Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr auf. Der Krampf greift von unten aufsteigend auf die andere Seite über, wobei der Rumpf concav nach links, der Nacken aber nach rechts concav wird.

Reizung des symmetrisch gelegenen linken Rumpfcentrums ergiebt Krümmung der Wirbelsäule concav nach links bei $RA = 80$ mm. Hierauf wird der Atlas freigelegt links von der Medianlinie trepanirt und links die halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks ausgeführt. Die Blutung ist sehr gering; es sistirt aber die Athmung und muss in Folge dessen ca. 20 Minuten lang die künstliche Respiration durchgeführt werden, worauf das Thier wieder spontan athmet. Die während dieser Zeit angestellten Reizversuche ergeben keine typischen Anfälle. Die nach einiger Zeit vorgenommene Reizung des linken Rumpfcentrums bei $RA = 90$ mm. ruft einen partiellen Krampfanfall hervor, der mit Zuckungen im rechten

Hinterbein beginnt, darauf krümmt sich die Wirbelsäule deutlich concav nach links, und mit einem Klonus des rechten Vorderbeins erlischt der Anfall.

Reizung des rechten Rumpfcentrums bei $RA = 90$ mm. ergibt keine Rumpfbewegungen, dagegen wird nach längerer Stromeinwirkung ein Krampfanfall ausgelöst. Zuerst treten Zuckungen im linken Orbicularis ein, während die linken Extremitäten sich absolut ruhig verhalten; dann werden Zuckungen in der rechten Hinter- und Vorderpfote und im rechten Orbicularis und Ohr beobachtet, aber eine deutliche Krümmung der Wirbelsäule concav nach links kommt nicht zu Stande, dagegen krümmt sich die Wirbelsäule in ihrem Lendentheil stark concav nach vorn. Nach einer kurzen Pause wird das linke Rumpfcentrum bei $RA = 65$ mm. gereizt, es resultirt eine deutliche Krümmung der Wirbelsäule concav nach links. Hierauf kommt es zu einem Krampfanfall, der auf die linke Seite mit Ausschluss der Extremitäten übergreift. Eine Krümmung der Wirbelsäule concav nach rechts wird auch hier nicht beobachtet. Während des rechtsseitigen Krampfes zeigen die linken Extremitäten secundäre Zuckungen. Der Anfall schliesst mit dyspnoetischen Athembewegungen.

Reizung bei vertikaler Suspension des Thieres ergibt weder eine deutliche Rumpfkürmmung, noch typische Krampfanfälle.

Dem Versuchsthier wird eine längere Erholungspause ($\frac{1}{2}$ Stunde) gegönnt.

Bei der jetzt vorgenommenen Reizung des linken Rumpfcentrums bei $RA = 65$ mm. kommt es zu einem Krampfanfall, der mit einer deutlichen Krümmung der Wirbelsäule concav nach links beginnt und dann die rechtsseitigen Extremitäten, den Orbicularis und das Ohr befällt. Hierauf greift der Krampf auf die andere Seite über, indem Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr und im rechten Platysma auftreten; es fehlen jedoch Bewegungen der linken Extremitäten und ist auch keine Krümmung der Wirbelsäule nach rechts nachweisbar.

Reizung des rechten Rumpfcentrums bei $RA = 65$ mm. ergibt einen Anfall, der mit einer Nackenkrümmung concav nach links beginnt, hierauf Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr, während die Extremitäten sich ruhig verhalten. Nach einiger Zeit greift der Krampf auf

die andere Seite über, es zuckt das rechte Hinterbein, bald darauf auch das Vorderbein und tritt eine stärkere Concavkrümmung der Wirbelsäule nach links ein. Dann werden Zuckungen im rechten Orbicularis und Ohr und im linken Platysma beobachtet. Nach einiger Zeit zeigen sich wieder Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr, aber keine Extremitätenzuckungen und keine Krümmung der Wirbelsäule. In den linken Extremitäten namentlich im Vorderbein während des rechtsseitigen Klonus schwächere gleichzeitige Zuckungen.

Eine nach einer kurzen Pause vorgenommene erneute Reizung des linken Rumpfcentrums bei $R A = 70$ mm. und $R D = 3$ Sec. führt zu einem Krampfanfall, der mit einer deutlichen Krümmung der Wirbelsäule concav nach links beginnt. Hierauf Klonus des rechten Hinterbeins, dann Zuckungen des rechten Vorderbeins und im rechten Orbicularis und Ohr, wie auch im linken Platysma. Dann Uebergreifen des Krampfes auf die andere Seite; es zuckt der linke Orbicularis und das Ohr, eine Krümmung der Wirbelsäule lässt sich aber nicht beobachten. Dann wiederum Zuckungen der rechten hinteren Extremität, Krümmung der Wirbelsäule concav nach links, Zuckungen des rechten Vorderbeins, des gleichseitigen Orbicularis und Ohres, des linken Platysma und Nystagmus nach rechts. Der Anfall greift nochmals in der oben geschilderten Weise auf die andere Seite über, um dann zu erlöschen. Das Uebergreifen der Zuckungen auf die verschiedenen Muskelgruppen erfolgt während dieses ganzen Anfalles so langsam, dass die genaue Verfolgung derselben sehr wenig Schwierigkeiten bietet.

Die Rumpfcentren werden durch eingestochene Nadeln markirt und das Thier getödtet.

Autopsie: Das Rückenmark erscheint bei makroskopischer Betrachtung nicht ganz halbseitig durchtrennt, indem der Schnitt an der vorderen Seite ca. 1 mm. von der linken Rückenmarkshälfte intakt gelassen. An der Durchtrennungsstelle findet sich unter der Dura ein geringer Bluterguss, der sich gegen die Medulla oblongata vorschiebt und diese in einer ganz dünnen Schicht umgreift. Aufgedeckt waren auf beiden Seiten der Gyr. sigmoides und coronarius. Die die Rumpfcentren markirenden Nadeln sitzen symmetrisch im Gyr. sigmoides post. dicht hinter dem lateralen Ende des Sulc. cruciatus.

XI. Versuch.

Unterschneidung des rechten Gyr. sigmoides.

20. Oct. Vormittags. Ein junger, schwarzer, kräftiger Hund von 6650 Grm. Körpergewicht erhält subcutan 4 Ctgrm. Morph. mur. und wird hierauf der rechte Gyr. sigmoides mit Eröffnung der Stirnhöhle aufgedeckt. Die Blutung aus der Diploë ist ziemlich stark. Die sehr empfindliche Dura wird mit einer 5% Cocaïnlösung bepinselt und nunmehr ohne Reaction des Versuchstieres gespalten. Hierauf wird die Pia am hinteren Rande des Gyr. sigmoides incidirt, und von hieraus mit Hülfe eines kleinen gebogenen Spatels die graue Rinde dieses Gyrus möglichst vollständig unterminirt, und die abgetrennte Rindenpartie in situ belassen. Die Hautwunde wird durch Nähte geschlossen und mit Photoxylin verklebt. Um stärkeren Bewegungen vorzubeugen bleibt das Versuchsthier einstweilen warm zugedeckt auf der Operationsmulde.

Das nach 4 Stunden befreite Thier ist ziemlich munter, es bewegt sich aber nicht geradeaus, sondern führt Kreisbewegungen nach links aus mit starker Krümmung der Lenden-Wirbelsäule. Mitunter werden auch Zeigerbewegungen nach derselben Seite beobachtet; aber es zeigen sich weder diese noch Kreisbewegungen nach der rechten Seite.

Das unruhige Thier stösst häufig bei seinen Spaziergängen mit der linken Seite des Hinterkörpers an Tischfüsse und andere im Wege stehende Gegenstände an, während dieses mit der rechten Seite nicht geschieht. Von der rechten Seite angerufen krümmt es die Nackenwirbelsäule sehr stark concav nach rechts, nach links dagegen wird nur eine viel schwächere Krümmung beobachtet, wenn das Thier von dieser Seite gerufen wird. Die linken Extremitäten werden sehr ungeschickt gebraucht.

Das Thier legt sich auf den Bauch, wobei die Wirbelsäule eine S förmige Krümmung erhält, indem der Nackentheil concav nach rechts, der Brust- und Lendentheil aber nach links gekrümmt ist.

Das Thier legt sich auf die rechte Seite, wobei die Rückenwirbelsäule eine starke seitliche Krümmung concav nach links erhält; beim Liegen auf der linken Seite wird dagegen keine Krümmung der Wirbelsäule nach der anderen Seite beobachtet, sondern erscheint die Rückenwirbelsäule ventralwärts concav.

21. Oct. Das sehr muntere Thier hebt beim Laufen die linken Extremitäten nicht hoch genug, so dass die Nägel auf dem Fussboden schleifen; ausserdem gleitet das Thier mit den linken Extremitäten häufig aus, und werden diese bisweilen mit der Dorsalfläche der Zehen aufgesetzt. Passiv lassen sich die linken Extremitäten in die unnatürlichsten Stellungen bringen, ohne dass das Thier das Bestreben zeigt, diese Stellung bald zu corrigiren. Auf der rechten Seite dagegen kann entweder diese Stellungsänderung garnicht vorgenommen werden, oder das Thier corrigirt sofort die fehlerhafte Stellung. Die linken Extremitäten deviiren medianwärts, wodurch das Thier häufig auf die linke Seite fällt. An der Rückenhaul aufgehoben, werden die linken Extremitäten flektirt gehalten, während das Thier mit den rechten den Tisch zu erreichen sucht. Wird das Thier dem Tischrande genähert und das linke Hinter- oder Vorderbein vom Tisch geschoben, so lässt das Thier den Fuss ruhig herabhängen, ohne dass es den Versuch macht den Fuss wieder auf den Tisch zu setzen; das gleiche Experiment gelingt nicht auf der rechten Seite.

Der Hund wendet viel häufiger links, als rechts herum, und zwar erfolgen die Bewegungen nach links hin sehr geschickt und mit starker Krümmung der Rückenwirbelsäule, während die Bewegungen rechts herum sehr ungeschickt ausfallen und die Krümmung der Wirbelsäule nur eine sehr geringe ist.

Die Bewegungen der Nackenwirbelsäule scheinen nach beiden Seiten hin frei zu sein. Sensibilitätsstörungen sind nicht mit Sicherheit nachweisbar. Linkerseits scheinen die Sehnenreflexe erhöht zu sein.

22. Oct. Das an den Vorderbeinen hochgehaltene Thier zeigt bei herabhängendem Hinterkörper eine leichte Krümmung der Wirbelsäule *conca v nach links*; nach der anderen Seite wird diese Krümmung niemals beobachtet. Im Uebrigen status idem.

24. Oct. Das Thier hat sich sehr gut erholt. Die Hautwunde zeigt prima intentio, die Nähte werden entfernt. Aus dem rechten Nasenloch rinnen wenige Tropfen einer serösen Flüssigkeit. Die Rumpf- und Extremitätenstörungen scheinen nicht mehr so deutlich ausgesprochen, bei genauerer Beobachtung lassen sich allerdings die sub 21. Oct. beschriebenen Störungen wiedererkennen.

27. Oct. Die Wunde ist gut verheilt; sonst cf. status vom 24. Oct.

2. Nov. Das sehr spiellustige Thier zeigt scheinbar keinerlei Störungen von Seiten der Rumpfmuskulatur; während die linken Extremitäten nach wie vor die oben beschriebenen Störungen zeigen, allerdings in einem geringeren Grade.

4. Nov. Status idem.

6. Nov. Das linke Auge des Thieres ist acut erkrankt.

13. Nov. Der eingetretenen einseitigen Erblindung wegen lassen sich eventuelle Störungen von Seiten der Rumpfmuskulatur nicht mehr korrekt beobachten und wird das Thier deshalb durch Chloroform getödtet.

A u t o p s i e: Der Knochendefekt ist durch Bindegewebe, welchem die Dura adhaerirt, geschlossen. Die rechte Stirnhöhle mit röthlich gefärbter seröser Flüssigkeit gefüllt. Der rechte Gyr. sigmoides post. ist gelblich verfärbt und von verminderter Consistenz. Die graue Rinde des ganzen rechten Gyr. sigmoides erscheint von der weissen Substanz abgetrennt. Im Uebrigen bieten weder das Gehirn, noch die Gehirnhäute irgendwelche pathologischen Veränderungen.

XII. Versuch.

Unterschneidung des rechten Gyr. sigmoides. Nach 2 Monaten Reizung des Rumpfcentrums auf beiden Seiten.

1889. 19. Dec. Vormittags. Ein hellgelber Hund von 4800 Grm. Körpergewicht erhält 2 Grm. Chloralhydrat per Schlundsonde. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde wird ohne wesentliche Reactionerscheinungen rechts der Gyr. sigmoides aufgedeckt und in der im vorigen Versuch beschriebenen Weise unterschritten. Die Blutung ist während der ganzen Operation sehr gering. Die Wunde wird durch Nähte geschlossen und ein Photoxylinverband applicirt.

Nachmittags. Das Thier hat sich sehr gut erholt, frisst und läuft munter umher. Die linken Extremitäten zeigen die im XI. Versuch (21. Oct.) beschriebenen Störungen. Nach einem Stück Fleisch kreist der Hund nach rechts hin mit bedeutend geringerer Krümmung der Wirbelsäule, als nach links. Wird das Thier mit der lin-

ken Seite auf die flache Hand gestützt, so sinkt der Rumpf vermöge seiner Schwere stark nach abwärts, so dass daraus eine starke Concavkrümmung der Wirbelsäule nach links resultirt; das Thier vermag nicht die Wirbelsäule zu strecken. Wird der Hund mit der rechten Seite aufgestützt, so sinkt der Rumpf garnicht, sondern wird sogar bei Befreiungsversuchen des Thieres die Wirbelsäule deutlich concav nach links resp. nach oben. Hebt man das Thier an den Vorderbeinen in die Höhe, so zeigt der herabhängende Rumpf eine ziemlich deutliche Krümmung concav nach links, während eine Krümmung nach rechts nicht beobachtet wird.

22. Dec. Die Hautwunde zeigt prima intentio und werden die Nähte in Folge dessen entfernt. Das Thier zeigt abgesehen von den oben beschriebenen Störungen ein durchaus normales Verhalten.

29. Dec. Status idem.

1890. 12. Jan. Die linke Rumpfmuskulatur überwiegt noch immer, ebenso sind auch die Störungen von Seiten der linken Extremitäten deutlich.

18. Jan. Die Differenzen in der Muskulatur der beiden Rumpfseiten sind nicht mehr mit Sicherheit nachweisbar. Dagegen sind die Extremitätenstörungen, wenn auch in geringerem Grade, noch immer deutlich.

24. Febr. cf. Status vom 18. Jan.

Nach subc. Injection von 4 Ctgrm. Morph. mur. wird links der Gyr. sigmoides und coronarius aufgedeckt.

Reizung des Centrums für das rechte Hinterbein löst einen partiellen Krampfanfall aus, der mit tonisch-klonischen Zuckungen im rechten Hinterbein beginnt, hierauf starke Krümmung der Wirbelsäule concav nach links, Zuckungen im rechten Vorderbein, im rechten Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach rechts. Der Kampf erlischt mit einer starken Concavkrümmung des Nackens nach links.

Reizung des Rumpfcentrums links ruft einen Anfall hervor, der mit einer starken Krümmung der Wirbelsäule concav nach links beginnt, hierauf die rechtsseitigen Extremitäten ergreift und auf den rechten Orbicularis und das Ohr übergeht. Nach einer kurzen Pause werden Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach links beobachtet. Die linken Extremitäten verhalten sich, abgesehen von den secundären Zuckungen während des starken Klonus der rechten Extre-

mitäten, absolut ruhig. Die Krämpfe erlöschen mit tiefen Inspirationen. Eine Krümmung der Wirbelsäule concav nach rechts wird während des ganzen Anfalles nicht beobachtet.

In der eben beschriebenen Weise verlaufen drei weitere durch Reizung des linken Rumpfcentrums ausgelöste Krampfanfälle.

Reizung des Centrums für das Platysma zeigt den Effekt auf derselben Seite.

Jetzt wird auch rechts der Gyr. sigmoides, dem in geringer Ausdehnung die Dura adhärirt, freigelegt und die hier liegenden Centren mit stärkeren Strömen gereizt, jedoch werden von hieraus keinerlei Bewegungen ausgelöst.

Der Hund wird durch Verblutung aus den Carotiden getödtet.

Die Autopsie ergibt, dass links der Gyr. sigmoides und coronarius, rechts der Gyr. sigmoides aufgedeckt waren. Der rechte Gyr. sigmoides zeigt geringe Schrumpfung und verminderte Consistenz. Das Gehirn und die Meningen im Uebrigen unverändert.

XIII. Versuch.

Abtragung des rechten Gyr. sigmoides; nach $2\frac{1}{2}$ Monaten Reizung der motorischen Region auf beiden Seiten, Unterschneidung des Gyr. coronarius, Reizung der zweiten Längswindung.

12. Oct. Einer schwarzbraunen Hündin von 4150 Grm. Körpergewicht werden 3 Ctgrm. Morph. mur. subcutan gegeben, und in der hierdurch erzeugten guten Nar-kose der rechte Gyr. sigmoides vermittelst Trepan und Knochenzange blossgelegt, die Dura durch einen Kreuzschnitt gespalten und unter geringer Blutung die graue Rinde des Gyr. sigmoides mit dem scharfen Löffel möglichst vollständig entfernt. Der gesetzte Gehirn- und Kno-chendefekt wird mit Jodoformgaze locker ausgefüllt, und die Wunde durch Periost- und Hautnähte bis auf eine kleine Drainöffnung geschlossen und mit Jodoformcollo-dium versorgt.

Das stark somnolente Thier erhält subcutan 1 Cbcm. Aether und wird in den Wärmekasten gethan. Hier legt es sich auf den Bauch mit einer deutlichen Krümmung der Wirbelsäule concav nach links. Der Nackentheil der

Wirbelsäule zeigt eine Krümmung nach der anderen Seite.

Nach 4 Stunden wird das Thier aus dem Wärmekasten auf den Fussboden gesetzt. Hier läuft es winselnd umher, wobei die linken Extremitäten die im XI. Versuch beschriebenen Störungen zeigen. Das Thier führt Kreisbewegungen nach links aus, jedoch sind die Kreise ziemlich gross. Es scheint die Wendung linksherum zu bevorzugen und erfolgt diese recht scharf mit starker Krümmung der Rückenwirbelsäule. Die Bewegungen rechtsherum erfolgen meist zeigerartig, indem das Thier den Vorderkörper bei feststehenden Hinterbeinen nach rechts herumwirft, ohne dass dabei eine wesentliche Krümmung der Wirbelsäule zu Stande kommt. Das Thier führt die Wendung rechtsherum auch ohne diese Zeigerbewegung aus, aber nur in einem grösseren Bogen mit sehr geringer Krümmung der Rückenwirbelsäule. Die Nackenwirbelsäule scheint stärker nach rechts als nach links gekrümmt werden zu können.

Wenn das Thier sich auf die linke Seite legt, so wird auch die Rückenwirbelsäule stärker nach rechts concav gekrümmt, jedoch nur, indem das Thier den Hinterkörper früher zur Erde senkt und dann dem Rumpf durch die vorderen Extremitäten die Krümmung giebt. Läuft das Thier in gerader Richtung, so beobachtet man häufig eine Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach links, während eine solche Krümmung nach der anderen Seite sich nicht zeigt.

Nachmittags. Der Hund liegt auf dem Bauch mit einer deutlichen Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach links, die Nackenwirbelsäule ist concav nach rechts gebogen. Die Wendungen nach links sind scharf aber ohne entsprechende Nackenkrümmung, die nach rechts erfolgen sehr ungeschickt und eckig aber mit starker Nackenkrümmung.

Störungen der Sensibilität sind nicht mit Sicherheit nachweisbar.

13. Oct. Das auf den Rücken gelegte Thier zeigt eine deutliche Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach links; diese Krümmung bewahrt auch das an den Vorderbeinen aufgehobene Thier bei herabhängendem Hinterkörper. Wird das Thier mit der rechten Seite auf die Hand gestützt, so wird der Hinterkörper häufig mit grosser Kraft nach oben geschleu-

dert, so dass eine starke Krümmung der Wirbelsäule concav nach links resultirt; wird in gleicher Weise die andere Seite unterstützt, so hängt der Hinterkörper ziemlich schlaff herab und erreicht bei den Abwehrversuchen des Thieres nicht die Horizontale. Bei seinen Gängen durch das Zimmer stösst das Thier häufig mit der linken Seite des Hinterkörpers an im Wege stehende Gegenstände; mit der rechten Seite passirt ihm dieses Unglück nicht. Die Extremitätenstörungen bestehen unverändert. Am Abend schläft das Thier mit deutlicher S-förmiger Krümmung der Wirbelsäule, wobei die Rückenwirbelsäule concav nach links gekrümmt ist.

14. Oct. Der Jodoformtampon und ein Theil der Hautnähte werden entfernt; aus der Drainöffnung entleeren sich einige Tropfen einer röthlich gefärbten serösen Flüssigkeit. Status idem.

18. Oct. Das Thier wendet nach wie vor linksherum mit bedeutend schärferer Krümmung der Rückenwirbelsäule, als nach rechts; die Wendungen nach der letztgenannten Seite fallen sehr ungeschickt aus. Die Störungen an den linken Extremitäten sind nicht mehr so augenfällig, lassen sich aber bei detaillirter Untersuchung deutlich nachweisen. Wenn das Thier auf der linken Seite liegt, zeigt die Rückenwirbelsäule keine seitliche Krümmung, sondern ist sie nur ventralwärts concav; dagegen tritt bei rechter Seitenlage stets eine deutliche seitliche Krümmung der Rückenwirbelsäule auf.

Die Sehnenreflexe scheinen links erhöht; die Sensibilität erscheint dagegen nicht wesentlich alterirt.

Die letzten Hautnähte werden entfernt; das Thier ist sehr munter.

24. Oct. Die rechtsseitige Rumpfmuskulatur scheint an Kraft gewonnen zu haben, indem bisweilen auch leichte Concavkrümmungen der Rückenwirbelsäule nach rechts beobachtet worden.

30. Oct. Das Thier führt Wendungen nach links, wie nach rechts mit ziemlich gleichstarker Krümmung der Rückenwirbelsäule aus; wird es aber mit der Seitenfläche auf die Hand gestützt, so erscheint die rechte Rumpfmuskulatur deutlich schwächer.

14. Nov. Status idem.

5. Dec. Das an den Vorderbeinen aufgehobene Thier zeigt stets eine deutliche Krümmung der Rücken-

wirbelsäule concav nach links. Die Nackenkrümmung scheint nach beiden Seiten gleich stark auszufallen. Nach einem Fleischstück kreist das Thier nach rechts hin etwas ungeschickter, als nach links. Die linken Extremitäten zeigen noch immer deutliche Störungen.

20. Dec. Status idem.

2. Jan. 1890. Da in dem Verhalten des Thiers keine weiteren Aenderungen eingetreten sind, erhält es 4 Ctgrm. Morph. mur. subcutan und wird auf beiden Seiten die Gegend des Gyr. sigmoides und coronarius aufgedeckt. Reizung des Orbiculariscentrums links löst einen halbseitigen Krampfanfall aus, der mit Zuckungen im rechten Orbicularis beginnt und hierauf die rechten Extremitäten und die Kiefer und Zungenmuskulatur ergreift; die Wirbelsäule wird stark concav nach links gekrümmt. Der Krampf erlischt mit Nystagmus nach rechts. Die linken Extremitäten betheiligen sich weder mit tonischen, noch mit klonischen Zuckungen an dem Anfall.

Reizung des Orbiculariscentrums rechts ruft einen epileptischen Anfall hervor, der mit Zuckungen im linken Orbicularis und rechten Platysma beginnt, dann krampft die Kiefer- und Zungenmuskulatur und tritt Nystagmus nach links auf. Die Extremitäten verharren in absoluter Ruhe, der Rumpf zeigt keine Krümmung. Hierauf greift der Krampf auf die andere Seite über; die Wirbelsäule krümmt sich sehr energisch concav nach links, es beginnen klonische Zuckungen im rechten Hinterbein, hierauf im rechten Vorderbein und Facialisgebiet, und es kommen nochmals Convulsionen der Zungen- und Kiefermuskulatur zu Stande. Das linke Hinterbein zeigt secundären Tonus, das Vorderbein leichte klonische Mitbewegungen mit dem rechten. Es tritt Nystagmus nach rechts ein und nach einigen tiefen Respirationen ist der Krampf zu Ende.

Reizung des Rumpfcentrums links führt zu einem halbseitigen Anfall, der mit einer starken Concavkrümmung der Wirbelsäule nach links beginnt und im Uebrigen ganz wie der zuerst beschriebene Anfall verläuft.

Reizung des Orbiculariscentrums links ergiebt einen typischen rechtsseitigen Anfall mit starker Krümmung der Wirbelsäule concav nach links.

Nach längerer Zeit, in welcher die rechte Körperhälfte sich beruhigt hat, tauchen Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach links auf. Die Extremitäten verhalten sich absolut ruhig, die Wirbelsäule zeigt keine Krümmung.

Bei Reizung des zweiten Längswulstes dicht hinter dem Gyr. coronarius treten Nystagmus nach links, Zuckungen im Orbicularis und Ohr und Kiefer- und Zungenkrämpfe ein. Der Rumpf und die Extremitäten theiligen sich nicht an dem Anfall.

Es wird die rechte motorische Region hinter dem Gyr. coronarius unterschritten, und jetzt die Reizung des Orbiculariscentrums vorgenommen, sie ergiebt aber keine Zuckungen.

Die nochmals vorgenommene Reizung der zweiten Längswindung ruft langdauernden Nystagmus nach links und mässige Vibrationen im linken Ohr hervor, sonst werden aber keine krampfhaften Erscheinungen beobachtet. Das Thier, das vorher viel gewinselt hat, wird ruhig, dann greift plötzlich der Krampf auf die rechte Körperhälfte über mit Zuckungen in der rechten Hinterpfote und verläuft der Anfall von unten aufsteigend typisch.

Abermalige Reizung der zweiten Längswindung erzeugt analog dem vorigen Versuch Bewegungen der Augen, denen nach sehr langer Pause wieder ein rechtsseitiger Anfall folgt.

Das Thier wird durch Verblutung aus den Carotiden getödtet.

Autopsie: Es fehlt die graue Rinde im Bereiche des ganzen rechten Gyr. sigmoides, blossgelegt war auf beiden Seiten der Gyr. sigmoides und coronarius, rechts ausserdem der vordere Theil der Längswindungen. Das Gehirn und seine Häute bieten im Uebrigen normale Verhältnisse.

XIV. Versuch.

Halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks rechts zwischen dem II. und III. Brustwirbel.

28. Oct. Ein braungetiegener Hund wird auf die Kraft seiner Rumpfmuskulatur geprüft, indem er bald mit der einen, bald mit der anderen Seite auf die flache Hand als alleinigen Unterstützungspunkt gelegt wird; die Prüfung ergiebt keinen Unterschied in der Kraft der bei-

derseitigen Rumpfmuskulatur. Der frei herabhängende Hinterkörper des an den Vorderbeinen hochgehaltenen Thieres zeigt keine seitliche Krümmung der Wirbelsäule. Jetzt werden dem 5600 Grm. schweren Thier 4 Ctgrm. Morphin. mur. subcutan gegeben. Da nach $\frac{1}{2}$ Stunde noch keine Narkose eingetreten, erhält der Hund nochmals die gleiche Morphindosis, aber auch jetzt ohne den gewünschten Erfolg. Deshalb wird vorsichtig die Chloroformnarkose eingeleitet und rechts das Rückenmark zwischen dem II. und III. Brustwirbel halbseitig durchschnitten. Die Wunde wird durch Muskel- und Hautnähte geschlossen und ein Compressivverband applicirt.

Nachmittags. Das sehr benommene Thier wimmert, wenn es berührt wird. Das rechte Hinterbein ist paralytisch; eine Krümmung der Rückenwirbelsäule lässt sich nicht mit Sicherheit nachweisen.

30. Oct. Der Hund hat sich ziemlich gut erholt, bewegt sich aber sehr ungern. Das rechte Hinterbein wird nicht bewegt, der Rumpf zeigt eine leichte Tendenz sich concav nach rechts zu krümmen. Verbandwechsel.

1. Nov. Die Hautnähte werden entfernt und die Wunde mit einer schwachen Carbollösung irrigirt. Das Thier bewegt sich auf 3 Beinen, indem das rechte Hinterbein nachgeschleppt wird; und zwar erfolgen die Bewegungen meist in gerader Richtung, wobei eine leichte Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach rechts auffällt. Wendungen linksherum werden durch eine deutliche Zeigerbewegung ohne Krümmung der Wirbelsäule ausgeführt. Bei Wendungen rechtsherum wird die oben beschriebene Krümmung der Wirbelsäule noch augenfälliger. Sowohl beim Sitzen, als auch bei Bewegungen geradeaus sucht das Thier die linke Seite zu stützen, z. B. an die Wand oder an Tischbeine etc. Störungen der Sensibilität sind nicht sicher nachweisbar.

3. Nov. Das Thier läuft flott umher mit einer deutlichen Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach rechts. Die Wendungen nach links erfolgen zeigerartig, nach rechts, ungeachtet des paralytischen Beines, viel geschickter und mit starker Krümmung der Wirbelsäule. Der mit der linken Thoraxseite auf die Hand gestützte Hund hält den Hinterkörper entweder ganz horizontal, oder er giebt ihm sogar eine Krümmung concav nach oben resp. rechts; in derselben Weise

mit der rechten Seite aufgestützt, kann der Hinterkörper nicht einmal horizontal gehalten werden, sondern hängt der Schwere folgend herab, so dass daraus eine starke Krümmung der Wirbelsäule concav nach unten resp. rechts resultirt. An den Vorderbeinen hochgehoben zeigt das Thier stets eine Concavkrümmung nach rechts.

6. Nov. Das Thier führt auch schon einige Bewegungen mit dem rechten Hinterbein aus; im Uebrigen status idem.

10. Nov. Die Rumpfkrümmungen beim Laufen sind nicht mehr so deutlich wie früher; nimmt man jedoch die oben angedeuteten genaueren Prüfungen vor, so zeigt sich in recht eklatanter Weise das Ueberwiegen der rechten Rumpfmuskulatur.

15. Nov. Status idem.

20. Nov. Das rechte Hinterbein macht die Laufbewegungen mit und wird auch bisweilen aufgestützt, allerdings in recht ungeschickter Weise. Der Hund zeigt beim Laufen keine bevorzugte Krümmung der Rückenwirbelsäule nach irgend einer Seite.

25. Nov. Die Rückenwirbelsäule zeigt wiederum eine Krümmung, aber nunmehr nach links concav. Wird ein Fleischstück dem Hunde hingehalten und dasselbe hierauf von der rechten Seite des Kopfes im Kreise zur Schwanzwurzel geführt, so folgt das Thier demselben ohne die Wirbelsäule zu krümmen; führt man dasselbe Experiment nach links aus, so zeigt der Hund die Krümmung nach links, ohne dieselbe aber zu verstärken. Stützt man das Thier abwechselnd mit der einen und der anderen Körperseite auf die Hand, so scheint die linke Rumpfmuskulatur zu überwiegen, ohne dass sich stärkere active Bewegungen in ihr zeigten. Das rechte Hinterbein setzt bei passiven Bewegungen einen bedeutend stärkeren Widerstand, als das linke und zeigt bei Rückenlage des Versuchsthieres meist eine tonische Streckung.

10. Dec. Status idem.

25. Dec. Wird der Hund mit der rechten Körperseite auf einen Tisch gelegt, und nun der Hinterkörper bis zu den Schulterblättern über den Tischrand vorgeschoben, so sinkt der Hinterkörper sehr langsam und gleichmässig herab und kann das Thier bei seinen Befreiungsbestrebungen den Hinterkörper nicht wieder in gleiche Höhe mit dem Vorderkörper bringen. Wird nunmehr mit dem auf der linken Seite liegenden Thiere

ebenso verfahren, so sinkt der Hinterkörper ruckweise herab und wird durch palpable Contractionen der rechten Rumpfmuskulatur wiederum in die Tischhöhe gebracht.

10. Jan. 1890. Die Tendenz der Rückenwirbelsäule ist nach wie vor concav nach links, auch bei herabhängendem Hinterkörper. Der Widerstand im rechten Hinterbein ist für passive Bewegungen andauernd bedeutend grösser als im linken.

25. Jan. Status idem.

XV. Versuch.

Halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks links in der Höhe des Atlas.

25 Sept. Nach subcutaner Injection von 6 Ctg. Morph. mur. wird bei einer gelben Hündin von 5500 Grm. Gewicht der Atlas links von der Medianlinie trepanirt und das Rückenmark links halbseitig durchschnitten. Es erfolgt eine ziemlich starke Blutung aus dem Wirbelkanal, welche durch Torsion des Gefässes bald gestillt wird. Die Wunde wird durch tiefe und oberflächliche Muskelnähte und durch Hautnähte geschlossen. Ausserdem werden 2 Matratzennähte angelegt und die Wunde mit Photoxylin versorgt. Das tiefnarkotisirte Thier zeigt einen sehr kleinen beschleunigten Puls, die Temperatur in ano 34° ; nach subcutaner Injection von 2 Cbcm. Aether sulf. wird das Thier in den Wärmekasten gethan und weil die linke Zwerchfellshälfte sich an den Respirationsbewegungen nicht betheiligt, wird es auf die linke Seite gelagert.

26 Sept. Das Thier hat sich noch garnicht erholt, es winselt bei den geringsten Bewegungen; da es auch nicht selbständig frisst, wird ihm per Schlundsonde Milch zugeführt.

28 Sept. Die Matratzennähte werden entfernt. Das Thier hebt den Kopf so, dass die Nackenwirbelsäule nach rechts concav wird. Irgendwelche Bewegungen der Rückenwirbelsäule oder der linken Extremitäten lassen sich nicht beobachten. Die Reflexe scheinen links erhöht. Störungen der Sensibilität sind nicht mit Sicherheit nachweisbar. Genauere Prüfungen der Rückenmuskulatur lassen sich wegen der hilflosen Lage des Versuchstieres nicht ausführen. Dasselbe kann nicht einmal auf die

rechte Seite gelagert werden, weil es abgesehen von Schmerzensäusserungen starke Dyspnoë und Unruhe zeigt.

30. Sept. Die Hauptnähte werden entfernt; im vorderen Wundwinkel hat sich Eiter angesammelt, der durch einen Schnitt entleert wird. Im Uebrigen status idem.

6. Oct. Das Thier hat sich ziemlich gut erholt, es frisst selbstständig. Die gelähmten Extremitäten zeigen geringe active Beweglichkeit. Der Nackentheil der Wirbelsäule ist stark concav nach rechts gekrümmt. Das Thier kann trotz aller Anstrengungen den Kopf nicht über die Medianlinie hinaus nach links bewegen. Die Rückenwirbelsäule zeigt eine leichte Krümmung concav nach rechts; eine Krümmung nach der anderen Seite wird nicht beobachtet. Das Thier nimmt stets die linke Seitenlage ein, weil die linke Zwerchfellshälfte sich noch nicht an den Respirationsbewegungen betheiligt.

10. Oct. Status idem.

15. Oct. Die active Motilität der linken Extremitäten hat sich so weit gebessert, dass das Thier bisweilen Versuche macht, sich auf die Füße zu stellen. Die linke Seitenlage wird beibehalten, obgleich eine auffallende Differenz in den Bewegungen der beiden Zwerchfellshälften nicht besteht. Die Krümmung der Nackenwirbelsäule wie oben, die der Rückenwirbelsäule ist vielleicht ein wenig stärker geworden. Ungeachtet dieser Concavkrümmung nach rechts kann das Thier doch nicht ein an seinem rechten Oberschenkel gehaltenes Stück Fleisch erreichen. Die Nackenwirbelsäule kann höchstens activ gestreckt werden, aber das Thier kann nicht dieselbe concav nach links biegen. Bisweilen lassen sich auch Krümmungen der Rückenwirbelsäule concav nach links beobachten, jedoch kann das Thier der Wirbelsäule nur für einen Moment diese Krümmung geben, und gleich nachher zeigt sich wieder die frühere Krümmung nach rechts concav. Die Prüfung der Sensibilität und der Reflexe ergiebt keine sicheren Anhaltspunkte.

25. Oct. Status idem.

5. Nov. Die linken Extremitäten zeigen weitere Fortschritte in ihrer activen Beweglichkeit, das Thier erhebt sich bisweilen auf die Füße. Die kurzdauernden Krümmungen der Rückenwirbelsäule concav nach links werden nach wie vor beobachtet.

15. Nov. Das Thier kann sich schon ziemlich lange auf den Beinen halten, die Gehversuche misslingen aller-

dings meist. Wird dem stehenden Thier von links her ein Fleischstück hingehalten, so versucht es vergebens dasselbe zu erreichen. Bei diesen Versuchen streckt es ganz die Wirbelsäule, ja giebt sogar dem Rückentheile derselben auf Momente eine ziemlich starke Krümmung concav nach links, aber gleich wieder schnell gleichsam die Wirbelsäule zurück in ihre frühere Lage. Am Nackentheile der Wirbelsäule wird eine Krümmung nach links concav nicht beobachtet.

25. Nov. Das Thier läuft schon flott umher, indem es stets Kreise nach rechts beschreibt. Die linken Extremitäten werden sehr steif und ungeschickt aufgesetzt. Sonst status idem.

10. Dec. Das Thier kreist in grösserem und kleinerem Bogen nach rechts. Die linken Extremitäten setzen passiven Bewegungen einen bedeutend grösseren Widerstand, als die rechten.

30. Dec. Status idem.

1890. 10. Jan. Der herabhängende Rumpf des an den Vorderbeinen gehaltenen Thieres zeigt eine deutliche Krümmung concav nach rechts. Wird das Thier auf die linke Seite auf einen Tisch gelegt und nun der Hinterkörper langsam bis zu den Scapulae über den Tischrand vorgeschoben, so sinkt der Hinterkörper langsam und sehr gleichmässig herab und bleibt dann in dieser Lage. -- Wird mit dem auf der rechten Seite liegenden Thier derselbe Versuch ausgeführt, so sinkt der Hinterkörper rascher, aber mehr ruckweise herab und wird bisweilen wieder bis zur Höhe der Tischplatte heraufgeschnellt.

25. Jan. Status idem.

XVI. Versuch.

Halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks rechts in der Höhe des III. Brustwirbels; nach 2½ Monaten Reizung der motorischen Region auf beiden Seiten, Unterschneidung des rechten Gyr. sigmoides.

6. Dec. Einem schwarzen Halbpudel von 6000 Grm. Körpergewicht werden 2 Grm. Chloralhydrat per Schlundsonde und 1 Ctgrm. Morph. mur. subcutan gegeben. Nach eingetretener Narkose wird unter geringer Blutung das Rückenmark in der Höhe des III. Brustwirbels blossgelegt und rechts halbseitig durchschnitten. Die Wunde

wird durch Jodoformgaze drainirt und durch Muskel- und Hautnähte geschlossen und mit Photoxylin versorgt. Das tief narkotisirte Thier wird in den Wärmekasten gethan.

7. Dec. Das sehr mürrische Thier beisst um sich und vermeidet möglichst jede Bewegung. Das rechte Hinterbein scheint paralytisch.

9. Dec. Die Hautnähte und die Jodoformgaze werden entfernt und die Wunde, aus der eine röthlich gefärbte seröse Flüssigkeit rinnt mit einer 1%igen Carbol-lösung irrigirt. Das Thier bewegt sich einige Schritte, ohne das rechte Hinterbein zu benutzen. Die Rückenwirbelsäule zeigt eine starke Concavkrümmung nach rechts.

11. Dec. Das Thier geht schon ziemlich tapfer auf 3 Beinen umher mit starker Krümmung der Rückenwirbelsäule nach rechts concav. Eine Krümmung der Wirbelsäule nach der anderen Seite zeigt sich nicht. Wendungen werden nach beiden Seiten gleich häufig ausgeführt, nur mit dem Unterschiede, dass das Thier nach links zeigerartig wendet, während die Wendungen rechtsherum mit starker Krümmung der Rückenwirbelsäule erfolgen. Auf Nadelstiche reagirt auch das linke Hinterbein mit sehr schwachen Bewegungen. Ueber etwaige Störungen der Sensibilität und der Reflexe lässt sich nichts Sicheres ermitteln.

15. Dec. Wird der Hund mit der linken Thoraxseite auf die Hand gestützt, so sinkt der Hinterkörper entweder garnicht herab oder, wenn dieses doch geschieht, so wird er sehr bald wieder durch einen kräftigen Ruck in die Horizontale gebracht, ja bisweilen sogar noch höher, so dass auch in dieser Lage eine starke Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach rechts zu Stande kommt. Der mit der rechten Thoraxseite aufgestützte Hund kann den sogleich herabsinkenden Hinterkörper nicht wieder erheben. Der freiherabhängende Hinterkörper des Hundes zeigt auch die beim Gehen und Laufen beobachtete Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach rechts. Eine deutliche Krümmung nach links wird nicht beobachtet.

20. Dec. Status idem.

25. Dec. Die gewöhnlich beobachtete starke Krümmung der Rückenwirbelsäule scheint etwas schwächer geworden zu sein.

30. Dec. Das rechte Hinterbein macht beim Gehen die Bewegungen mit, allerdings in recht ungenügender Weise, und stützt sich der Hund bisweilen auf dasselbe. Passiven Bewegungen leistet das rechte Hinterbein einen ziemlich bedeutenden Widerstand. Die Rückenwirbelsäule zeigt nur noch eine ganz leichte *Concavkrümmung nach rechts*.

1890. 5. Jan. Weder beim Laufen des Thieres noch bei herabhängendem Hinterkörper lässt sich eine Krümmung der Rückenwirbelsäule nachweisen. Wird der Hund jetzt mit der rechten Thoraxseite auf die Hand gestützt, so sinkt der Hinterkörper sehr langsam und gleichmässig herab. Das Thier wendet nach beiden Seiten mit einer schwachen Krümmung der Rückenwirbelsäule.

15. Jan. Der auf dem Rücken liegende Hund zeigt eine Krümmung der Rückenwirbelsäule *concav nach links*; ebenso bei frei herabhängendem Hinterkörper. Das rechte Hinterbein setzt passiven Flexionen einen stärkeren Widerstand als das linke. Die Prüfung der Rumpfmuskulatur durch seitliches Aufstützen des Hundes ergibt scheinbar ein rascheres Erlahmen der Muskeln der rechten Seite, indem der Hinterkörper bei linker Seitenlage rascher herabsinkt als bei rechter.

28. Jan. Die Bewegungen des rechten Hinterbeines fallen recht geschickt aus, und wird dasselbe nicht mehr nachgeschleppt. Das Thier läuft ohne Krümmung der Rückenwirbelsäule umher. Der über den Tischrand vorgeschobene Hinterkörper des Thieres sinkt bei rechter Seitenlage sehr gleichmässig und langsam herab und wird nicht durch Befreiungsversuche des Thieres wieder erhoben; während, wenn der Hund auf der linken Seite liegt, der Hinterkörper ruckweise sinkt und häufig durch Contractionen der rechten Rumpfmuskulatur wieder in die ursprüngliche Höhe gebracht wird.

26. Febr. Status idem.

Nach subcutaner Injection von 3 Ctgrm. Morph. mur. wird auf beiden Seiten der Schädel trepanirt und das Gehirn im Bereiche des Gyr. sigmoides und coronarius blossgelegt.

Reizung des linken Rumpfcentrums ergibt keine Rumpfkümmung, dagegen Krämpfe im rechten Vorderbein, die bald tonisch werden; zugleich zeigt sich secundärer Tonus des linken Vorderbeins. In der rechten Hinterpfote werden einige schwache Bewe-

gungen (willkürliche) beobachtet, es besteht aber ausgesprochener Tonus des linken Hinterbeins. Nach einiger Zeit treten stampfende Bewegungen im linken Hinterbein, starke Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach rechts, klonische Zuckungen im linken Vorderbein und im linken Facialisgebiet auf. Der Anfall schliesst mit einigen tiefen Respirationen.

Reizung des rechten Rumpfcentrums löst einen Krampfanfall aus, der mit einer starken Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach rechts beginnt, hierauf Klonus des linken Hinter- und Vorderbeins mit secundären Zuckungen der rechten Extremitäten, dann Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr. Zum Schluss zeigen sich Laufbewegungen, an denen sich das rechte Vorderbein sehr geschickt betheiligt, während die des rechten Hinterbeins mehr uncoordinirt sind.

Reizung des rechten Orbiculariscentrums führt zu einem halbseitigen Krampfanfall, der mit Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr beginnt, dann treten Zuckungen im linken Vorder- und Hinterbein auf, und wird die Wirbelsäule stark concav nach rechts gezogen, namentlich beobachtet man Zuckungen der rechten Rumpfmuskulatur. Während der linksseitigen Zuckungen werden secundäre Krämpfe in den rechten Extremitäten beobachtet und zum Schluss Laufbewegungen.

Es wird der rechte Gyr. sigmoides möglichst vollständig unterschritten. Reizung der unterschrittenen Centren bleibt ohne Erfolg.

Reizung des rechten Orbiculariscentrums zieht einen Krampfanfall nach sich, der mit Zuckungen im linken Orbicularis beginnt, hierauf zeigen sich einige uncoordinirte Bewegungen in dem linken Vorderbein, aber kein regelmässiger Klonus. Es wird weder eine Krümmung der Wirbelsäule, noch Zuckungen in den Hinterbeinen beobachtet. Nach längerer Zeit werden die Vorderbeine von Krämpfen heimgesucht, an denen sich besonders das rechte Bein betheiligt, hierauf Zuckungen im rechten Orbicularis und Ohr, und schliesst der Anfall mit Laufbewegungen und tiefen Respirationen.

Erneute Reizung des rechten Orbiculariscentrums löst einen Anfall aus, der ganz analog dem vorigen verläuft, nur ist das linke Vorderbein zu Beginn des Anfalles sicher frei von Zuckungen.

A u t o p s i e: Das Rückenmark erscheint bei makroskopischer Betrachtung rechts in der Höhe des III. Brustwirbels vollkommen halbseitig durchtrennt; die im Uebrigen unveränderte Dura und Pia sind an der Schnittstelle mit einander verwachsen. Durch die Trepanation war auf beiden Seiten das Gehirn im Bereiche des Gys. sigmoides und coronarius aufgedeckt.

A n h a n g.

Im Anschluss an diese Versuchsreihe will ich hier noch kurz eines Hundes erwähnen, den mir jüngst ein Commilitone freundlichst überliess und der Erscheinungen darbietet, welche mit den von mir experimentell erzeugten im besten Einklang stehen.

A n a m n e s e: Ulmer Dogge, 9 Monate alt, erkrankte im 5. Monat ziemlich schwer an der Staupe. Nachdem die catarrhalischen Erscheinungen sich zurückgebildet, erholte sich das Thier trotz sorgfältigster Pflege nicht wieder, sondern magerte mehr und mehr ab, zeigte häufig Zuckungen in verschiedenen Muskelgruppen, besonders auf der linken Seite, und winselte beständig. In den letzten Monaten fiel eine allmählig stärker werdende Asymmetrie des Kopfes auf, indem die rechte Scheitelgegend abgeflacht erschien. Ausserdem stellte sich grössere Schwäche der linken Extremitäten ein und zeigte das Thier stets eine Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach links, die sich im Laufe der Zeit verstärkte.

S t a t u s p r a e s e n s: Der stark abgemagerte grosse Hund zeigt beim Liegen blitzartige Zuckungen in den Extremitäten und den Musculi temporales; die Zuckungen fallen auf der linken Seite stärker aus. Die rechte Scheitelgegend ist stark abgeflacht. Die Palpation ergiebt, dass der rechte Musc. temporalis atrophisch ist, jedoch scheint an der Abflachung sich auch die Schädelkapsel zu betheiligen. Die linken Extremitäten namentlich das Hinterbein, sind paretisch, so dass das Thier häufig nach dieser Seite hin umfällt. Bei allen

Bewegungen fällt eine starke Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach links auf; bei Wendungen nach dieser Seite wird die Krümmung bedeutend verstärkt. Wendet das Thier rechtsherum, so geschieht dieses stets zeigerartig ohne entsprechende Krümmung der Rückenwirbelsäule. Die Bewegungen der Nackenwirbelsäule sind nach beiden Seiten hin frei.

Da das Thier noch weiteren Beobachtungen dienen soll, so wird die Section nicht ausgeführt.

Wenden wir uns jetzt meinen Untersuchungen zu, so musste mir natürlich an erster Stelle daran liegen auf der Oberfläche des Gehirns die Stellen aufzusuchen, von welchen aus man mit Sicherheit bei jedesmaliger Reizung Bewegungen der Rückenmuskeln und bei Exstirpationsversuchen mangelhafte Rumpfkrümmungen erzielen würde. Ich machte mich zuerst an die Wiederholung der Munk'schen Untersuchungen. Im Gegensatz zu den anderen Forschern verlegt Munk das Rumpfcentrum in den Stirnlappen und beobachtet, wie ich oben eingehender geschildert, stets gekreuzten Effekt. Die genaue Wiederholung dieser Versuche bot insofern wenig Schwierigkeiten, als Munk nicht nur die Operationsmethode und die Abtrennungslinie genau vorgeschrieben, sondern auch den Punkt der Reizung genügend localisirt hat. Bei meinen Versuchen bin ich allerdings seiner Operationsmethode nicht gefolgt, war aber um so mehr bestrebt bei den Exstirpationsversuchen das vorgeschriebene Minimum möglichst zu überschreiten, so weit ichs ohne Verletzung der benachbarten Centren thun konnte.

Die Resultate meiner Exstirpationsversuche sind durchaus einheitliche, indem keines der operirten Thiere irgend eine Beeinträchtigung der Bewegungen des Rum-

pfes beobachten liess. Die einseitig operirten Thiere zeigten weder Kreis- noch Zeigerbewegungen, scharfe Wendungen mit starker Krümmung der Rückenwirbelsäule wurden nach beiden Seiten gleich häufig ausgeführt und folgten die Thiere einem bald nach links, bald nach rechts im Kreise bewegten Fleischstück mit gleichstarker Krümmung der Wirbelsäule (cf. Vers. I und II).

Obgleich das Thier, dem beide Stirnlappen abgetragen wurden nur ca. 36 Stunden beobachtet werden konnte, so halte ich doch auch diesen Versuch für durchaus beweiskräftig; denn es liegt kein Grund zu der Annahme vor, dass ein Thier, welches in den ersten zwei Tagen nach der Operation mit Leichtigkeit in einem relativ kleinen Käfige Wendungen nach links, wie nach rechts mit starker Krümmung der Rückenwirbelsäule ausführt, später, ohne dass Complicationen hinzugetreten wären, Beeinträchtigung der Bewegungen der Rückenwirbelsäule aufweisen sollte. Auch die von M u n k beobachtete katzenbuckelartige Krümmung des Rückens vermisste ich (cf. Vers. III).

Diesen Exstirpationsversuchen entsprechen durchaus meine Reizversuche, indem ich selbst durch Ströme, die auf der Zunge nicht mehr ertragen werden konnten, niemals vom Stirnlappen aus irgendwelche Bewegungen auszulösen vermochte. Wurden aber noch stärkere Ströme in Anwendung gezogen, so kamen, offenbar durch Stromschleifen zur nahegelegenen Dura, starke Schmerzensäusserungen zu Stande; die Thiere wimmerten trotz der Narkose laut und suchten den Kopf zu befreien (cf. Vers. IV, V und VI).

Exstirpationsversuche am Stirnlappen sind schon mehrfach vor M u n k ausgeführt worden, jedoch konnten

weder seine Vorgänger, noch die zahlreichen Forscher, welche M u n k's Versuche wiederholten mit ihm zu gleichen Resultaten gelangen, indem nach Exstirpationen am Stirnhirn sich niemals irgendwelche Störungen in den Bewegungen des Rumpfes beobachten liessen.

So führte H i t z i g ²⁸⁾ 1874 an Hunden Exstirpationen am Stirnhirn aus und charakterisirt seine Versuchsergebnisse folgendermassen: „Es erschien niemals irgend eine Funktionsstörung mochte die Verletzung ganz oberflächlich gewesen sein oder den Hirntheil in seiner ganzen Tiefe betroffen haben“. Einige Jahre später suchte F e r r i e r ²⁹⁾ sowohl durch elektrische Reizung, wie auch durch Zerstörung die physiologischen Functionen der Stirnlappen zu ergründen. Die Versuche wurden an Hunden, Affen und Katzen ausgeführt. Abgesehen von an einem Affen durch Reizung des Stirnlappens beobachteten inconstanten Augenbewegungen konnte F e r r i e r niemals von hier aus Muskelcontraktionen hervorrufen. Entfernung oder Zerstörung des Stirnlappens ergab auch keine bestimmten physiologischen Resultate, sondern machte sich nur eine Alteration im Charakter und Benehmen der Thiere bemerkbar. Vor M u n k's Untersuchungen sind ferner noch Zerstörungsversuche am Stirnlappen von d e B o y e r ³⁰⁾ und in dem Laboratorium von G o l t z ³¹⁾ durch M o o l m a n n ausgeführt worden, jedoch wurden auch hier keinerlei Bewegungsstörungen beobachtet.

In dem letzten Quinquennium sind weitere auf die Stirnlappen sich beziehende Versuche angestellt worden von H i t z i g ³²⁾, L u c i a n i und S e p i l l i ²⁴⁾, L o e b ³³⁾, G o l t z ³⁴⁾, E x n e r und P a n e t h ³⁵⁾ u. A. und stehen die Resultate dieser Untersuchungen insofern in Uebereinstimmung mit meinen Versuchen, als sie den Beweis

erbringen, dass dieser Gehirnbezirk mit den Rumpfbewegungen gar nichts zu thun hat. Diese Forscher haben die Stirnlappen mit dem Gesichtssinn in Verbindung gebracht. Bezüglich dieser letzteren Annahme haben meine Untersuchungen nichts Positives ergeben, denn da es mir nur auf das Verhalten der Rückenmuskeln ankam, unterliess ich genauere Prüfungen des Gesichtssinnes.

Eine genügende Erklärung für die abweichenden Beobachtungen Munk's habe ich nicht finden können.

Nach den Angaben Unverricht's können die gleichseitigen Rückenmuskeln von einem zwischen den Extremitätencentren gelegenen Punkte zur Contraktion gebracht werden. Mit diesen Angaben stimmen durchaus alle meine Versuche überein, indem bei Reizung des Gyr. sigmoides post. (Langley) zwischen den Centren für die gekreuzten Extremitäten stets eine starke Krümmung der Rückenwirbelsäule concav nach der gereizten Hemisphäre resultirt. Diese Rumpfkrümmungen lassen sich besonders schön studiren, wenn ein Krampfanfall ausgelöst wird, gleichgültig von welchem Centrum aus. Die Krämpfe breiten sich über den Körper aus allmählig von einem Centrum zu den benachbarten fortschreitend. Sobald die Zuckungen die Extremitäten ergreifen, stellt sich auch die Krümmung der Rückenwirbelsäule ein und zwar ist stets die Convexität der Krümmung nach der krampfenden Körperhälfte gerichtet. Greifen die Krämpfe auf die andere Körperhälfte über, was immer in aufsteigender Richtung geschieht, so wird gleich, nachdem das Hinterbein eine kurze Zeit von Krämpfen heimgesucht worden und bevor dieselben hier erlöschen, eine

Krümmung der Rückenwirbelsäule beobachtet, die wiederum ihre Convexität der nunmehr krampfenden Körperhälfte zukehrt (cf. Vers. IV—X, XII, XIII u. XVI).

Die Lage des Rumpfcentrums ist eine recht constante, indem dieselbe nur innerhalb sehr enger Grenzen schwankt. Bald rückt das Rumpfcentrum näher zum Sulc. cruciatus (Leuret³⁶), bald tritt es etwas mehr zurück, jedoch stets behält es seine Lage zwischen den Extremitätencentren. Was die gegenseitige Lage der beiden Rumpfcentren anlangt, so braucht dieselbe keine absolut symmetrische zu sein, sondern lässt sich auch hier, analog den anderen Rindencentren bisweilen eine geringe Asymmetrie constatiren.

Zur Prüfung der Ausfallssymptome versuchte ich nicht etwa das Rumpfcentrum allein auszuschalten, weil es sich einerseits leicht hätte ereignen können, dass nicht das ganze Centrum eliminirt worden wäre; andererseits hätte eine Läsion der angrenzenden Centren wol kaum mit Sicherheit vermieden werden können, so dass man leicht neben Lähmungserscheinungen auch Reizsymptome erhalten hätte. Deshalb unterschchnitt resp. löffelte ich den ganzen Gyrus sigmoides aus und konnte stets neben Störungen in den Extremitäten der gegenüberliegenden Körperhälfte auch solche in den gleichseitigen Rückenmuskeln beobachten.

Die rechts operirten Thiere führen namentlich in den ersten Tagen Kreisbewegungen nach der linken Seite aus; wobei die Rückenwirbelsäule stark concav nach links gekrümmt wird; ähnliche Bewegungen nach der anderen Seite können nicht constatirt werden. Die Thiere bevor-

zugen stets die Wendung linksherum, die sehr geschickt und mit starker Krümmung der Wirbelsäule ausgeführt wird, die Bewegungen rechtsherum erfolgen entweder ganz ohne Krümmung der Rückenwirbelsäule, oder es werden nur ganz leichte Concavkrümmungen nach rechts beobachtet, die in garkeinem Verhältniss zu den sehr starken Krümmungen nach der anderen Seite stehen. Einem im Kreise bewegten Fleischstück folgen die rechts operirten Thiere nach links hin mit durchaus normaler Krümmung der Rückenwirbelsäule; dagegen folgen die Thiere dem nach rechts kreisenden Fleischstück sehr ungeschickt, entweder mit einer sehr geringen Rumpfkrümmung oder mit zeigerartiger Bewegung. Schlafen die Thiere auf der linken Seite, so zeigt die Rückenwirbelsäule keine seitliche Krümmung, sondern sie ist mehr ventralwärts concav; dagegen zeigt sich bei rechter Seitenlage stets eine deutliche seitliche Krümmung der Rückenwirbelsäule. Diese Concavkrümmung nach links lässt sich auch bei Bauchlage des Thieres beobachten, ebenso, wenn man die Thiere auf den Rücken legt oder dieselben an den Vorderbeinen aufhebt, so dass der Hinterkörper frei herabhängt. Am deutlichsten jedoch zeigt sich das Uebergewicht der linken Rückenmuskeln, wenn man das Thier mit der rechten Thoraxseite auf die Hand als alleinigen Unterstützungspunkt legt. Der Hinterkörper sinkt meist garnicht herab, sondern wird sogar häufig durch Befreiungsversuche von Seiten des Thieres über die Horizontale erhoben, so dass die Rückenwirbelsäule auch in dieser Lage eine Concavkrümmung nach links zeigt. Wird das Versuchsthier in derselben Weise mit der linken Seite aufgestützt, so sinkt der Hinterkörper stark herab und wird bei Bewegungen des Thieres ent-

weder garnicht oder nur in sehr geringem Masse gehoben (cf. Vers. XI, XII u. XIII).

Alle diese Ausfallssymptome von Seiten der Rumpfkrümmung, die in ca. 2—4 Wochen nach der Operation schwinden, können nur ihre Erklärung finden in einer, wenn auch nicht völligen Aufhebung, so doch ziemlich bedeutenden Beeinträchtigung der Function der Rückenmuskeln derjenigen Seite, auf welcher die Exstirpation ausgeführt wurde.

Zur Lösung der Frage, in welcher Art und Weise die functionelle Restitution der Rückenmuskeln nach Ausschaltung des corticalen Centrums eintritt, scheint mir die von Luciani und Tamburini³⁷⁾ für die anderen Muskelcomplexe herangezogene Deutung die am wenigsten gezwungene. Diese Forscher huldigen der Ansicht, dass ausser den corticalen Centren noch andere motorische Centren existiren, die wahrscheinlich in den basalen Ganglien zu suchen sind. Und trete die Function der basalen Centren gegenüber der der corticalen um so mehr zurück, je höher ein Thier in der Thierreihe stehe. Nach meinem Dafürhalten liegt die Annahme nahe, dass die basalen Ganglien nicht in gleichem Masse für alle corticalen Centren eintreten. Diese letztere Argumentation giebt uns die Erklärung für die im Vergleich zu den Extremitätenstörungen schneller eintretende Functionsrestitution der Rückenmuskeln, wenn wir annehmen, dass die Functionen der Extremitäten vollkommener in der Hirnrinde vertreten sind, als die der Rumpfmuskeln. Auch möchte ich angesichts meiner später zu schildernden Durchschneidungsversuche am Rückenmark die Ansicht

nicht von der Hand weisen, dass auch die Ganglien des Rückenmarks bei der Wiederherstellung der motorischen Functionen sich bis zu einer gewissen Grenze betheiligen können. Denn man sieht auch nach der halbseitigen Durchschneidung des Rückenmarks ähnliche Restitutionen an den vorher gelähmten Gliedern und in der Rumpfmuskulatur eintreten, wie nach Abtragung der Hirnrinde.

Wird an den Thieren, denen vor einiger Zeit der Gyr. sigmoides unterschritten war, die Reizung der intacten Rindencentren vorgenommen, so zeigen die ausgelösten Krampfanfälle ihren typischen Verlauf, wobei jedoch die den unterschrittenen resp. abgetragenen Centren zugehörigen Muskelgruppen stets von primären Krämpfen im Sinne Unverricht's^{18*)} frei bleiben (cf. Vers. XII, XIII u. XVI). So z. B. zeigt ein vom Orbiculariscentrum links ausgelöster Krampfanfall bei einem Hunde, dem der rechte Gyr. sigmoides unterschritten, folgenden Verlauf (cf. Vers. XIII): Es treten zunächst Zuckungen im rechten Orbicularis auf, die sich sehr bald auch dem rechten Ohr und dann dem rechten Vorderbein mittheilen; hierauf wird die Wirbelsäule stark concav nach links gebogen und wird jetzt auch das rechte Hinterbein von einem starken Klonus heimgesucht. Nach längerer Zeit, in welcher die rechte Körperhälfte sich schon beruhigt hat, tauchen Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr und Nystagmus nach links auf. Die linksseitigen Extremitäten verhalten sich absolut ruhig, die Wirbelsäule zeigt keine Krümmung.

Reizung der unterschrittenen Centren blieb auch bei Anwendung stärkerer Ströme ohne Erfolg (cf. Vers. XII und XVI).

*) l. c. pag. 45.

Was die Untersuchungen *Nothnagel's* betrifft, der, wie Eingangs erörtert, Kaninchen concentrirte Chromsäurelösungen in die Hirnrinde injicirte und nachher neben Bewegungsstörungen in den gekreuzten Extremitäten Manègebewegungen nach der unverletzten Seite beobachtete, so sprechen diese Versuche unbedingt für die Versorgung der Rückenmuskeln durch die gleichseitige Hemisphäre. Denn die Manègebewegungen können nur veranlasst sein durch eine einseitige Zerstörung des Centrums oder der Leitungsbahnen für die Rückenmuskeln; für diese Zerstörung sprechen ferner auch die Bewegungsstörungen der Extremitäten auf der Seite, wohin die Manègebewegung gerichtet ist, denn diese Centren resp. Leitungsbahnen können durch ihr nahes Beisammenliegen sehr leicht gemeinsam getroffen werden.

Den von *Goltz* beobachteten Rumpfkrümmungen nach Ausspülung grösserer Gehirnpartieen, wie allen seinen Ausspülungsversuchen, kommt weniger die Bedeutung einer Localisation der Hirnfunctionen zu, als der Nachweis der Functionen des Gehirns überhaupt.

Ferner erscheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass die von *Bechterew* bei Zerstörung einer dicht hinter dem Gyr. sigmoides gelegenen Rindenpartie beobachteten kreisenden Zwangsbewegungen nach der Seite der Verletzung durch Reizung des nahegelegenen Rumpfcentrums erklärt werden könnten. Der Umstand, dass bei tiefergreifenden Zerstörungen dieser Partie sich nunmehr Kreisbewegungen nach der gesunden Seite zeigten, dürfte wohl auf Zerstörung der vom Rumpfcentrum aus zur Medulla oblongata ziehenden Fasern bezogen werden.

Eine ausreichende Erklärung für die abweichenden

Resultate von Luciani und Sepilli, die nach Exstirpationen im Bereiche der motorischen Sphäre Reithahnbewegungen und Rumpfkrümmungen nach der Seite der verletzten Hemisphäre beobachteten, kann ich nicht geben; da nämlich diese Forscher die verschiedensten Rindenpartieen mit ziemlich gleichen Resultaten exstirpirten, so ist wohl die Annahme einer Reizung des Rumpfcentrums nicht für alle Versuche zulässig.

Johannson beobachtete in 4 Fällen von Rindenreizung Krümmungen der Wirbelsäule und zwar waren diese Krümmungen bald nach der einen, bald nach der anderen Seite gerichtet. Diese Angaben dürften wohl auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sein, zumal die Krümmungen der Rückenwirbelsäule ausserhalb des Forschungsgebietes Johnson's lagen.

Betreffs der von Landois beobachteten Rumpfkümmungen nach Reizung der Hirnrinde mit chemischen Substanzen wurde schon oben darauf hingewiesen, dass er nicht nur Reizeffekte erzielte, sondern neben diesen sich auch häufig Lähmungserscheinungen zeigten, so dass eine genaue Analyse seiner Versuche nicht gut möglich ist.

Um über den Verlauf der Leitungsbahnen zwischen der Hirnrinde und den Rückenmuskeln genaueren Aufschluss zu erhalten, nahm ich halbseitige Durchschneidungen des Rückenmarks zunächst in der Höhe des Atlas vor und machte die auffallende Beobachtung, dass, wenn ich das Rückenmark links halbseitig durchtrennt hatte und jetzt das Rumpfcentrum auf derselben Seite reizte, die Rumpfkrümmung nicht ausfiel; sondern es konnte bei jedesmaliger Reizung eine starke Krümmung der Rückenwirbelsäule

concav nach links constatirt werden. Wurde aber das rechte Rumpfcentrum bei linksseitig durchschnittenem Rückenmark gereizt, so zeigten sich niemals Contractionen der Rückenmuskeln (cf. Vers. VI, IX, X und XVI).

Es lässt sich namentlich dieser Ausfall der Rumpfkrümmung nach der undurchschnittenen Seite sehr schön beobachten, wenn bei einem Hunde mit halbseitig durchtrenntem Halsmark von der Hirnrinde aus ein Krampfanfall ausgelöst wird. Reizt man das Rumpfcentrum der linken Seite bei links durchschnittenem Halsmark, so zeigt der Krampfanfall folgenden sehr charakteristischen Verlauf: Zunächst krümmt sich die Rückenwirbelsäule stark concav nach links, dann beginnt die rechte Hinterextremität zu zucken und es löst sich der Tonus der Rumpfmuskulatur in klonische Zuckungen auf. Hierauf treten Zuckungen im rechten Vorderbein, im Orbicularis und Ohr auf, und die Bulbi werden nach rechts gewandt. Während der ganzen Dauer dieser ersten Hälfte des Anfalles bleibt der Rumpf stark concav nach links gekrümmt. Dann folgt eine kleine Pause, in welcher die linksseitigen Extremitäten sich absolut ruhig verhalten; das spätere Uebergreifen der Erregung auf die rechte Hemisphäre verräth sich jedoch bald durch Zuckungen im linken Orbicularis und Ohr, sehr langdauernden Nystagmus nach links und Zuckungen im rechten Platysma. Es fehlt aber sicher jede Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach rechts und jeder primäre Krampf in den linken Extremitäten (cf. Vers. IX).

Dass bei Reizung des Rumpfcentrums die Concavkrümmung der Wirbelsäule zur Seite der gereizten He-

misphäre hin nicht etwa durch gleichzeitig ausgelöste Bewegungen der rechten Extremitäten hervorgerufen wird, konnte durch folgende Versuchsmodification nachgewiesen werden: Das narkotisirte Thier, dem das Rückenmark links halbseitig durchtrennt worden, wird mit der rechten Thoraxseite auf die Hand gestützt, so dass der Hinterkörper vermöge seiner Schwere tief herabsinkt, und nunmehr in dieser Lage das linke Rumpfcentrum gereizt; der Hinterkörper wird bei jedesmaliger Reizung jetzt mit kräftigem Stosse nach oben geschleudert, so dass eine starke Concavkrümmung nach oben resp. links zu Stande kommt. Hängt man ferner das Versuchsthier an der Schnauze mittelst des zum Fesseln benutzten Bügels auf, so sieht man bei Reizung der linken Hirnhälfte eine energische Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach links, während bei rechtsseitiger Reizung keine Verbiegung der Wirbelsäule zu bemerken ist (cf. Vers. IX, X u. XVI).

Die soeben beschriebenen Rumpfkrümmungen zeigten sich ganz unverändert, auch wenn die halbseitige Rückenmarksdurchschneidung im Bereiche der oberen Brustwirbel ausgeführt wurde (cf. Vers. XVI).

Um das Verhalten der Rückenmuskeln bei halbseitig durchschnittenem Rückenmark studiren zu können, suchte ich die Thiere nach der Durchschneidung am Leben zu erhalten, was mir stets sehr gut gelang, wenn ich die Rückenmarksdurchschneidung nicht im Halsmark, sondern im oberen Brustmark ausführte. Die in der Höhe des Atlas operirten Thiere eignen sich schlecht zu Beobachtungen der Krümmungen der Wirbelsäule; denn durch die Ausschaltung beider Extremitäten und der einen

Zwerchfellshälfte werden die Thiere in eine sehr hülflose Lage gebracht und können in Folge dessen die Krümmungen der Wirbelsäule nur sehr mangelhaft beobachtet werden. In der ersten Zeit können die Thiere gar keine Locomotionen vornehmen, und erst sehr spät werden die anfangs paralytischen Extremitäten zum Gehen benutzt. In der relativ langen Zeit, die die Thiere zur Erholung brauchen, können aber, wie wir unten sehen werden, wichtige Erscheinungen von Seiten der Rückenmuskeln der Beobachtung entgehen.

Die Thiere dagegen, denen das Rückenmark in der Höhe der obersten Brustwirbel halbseitig durchtrennt wurde, erholen sich sehr bald und machen meist schon am anderen Tage Gehversuche, bei welchen das paralytische Hinterbein nachgeschleppt wird. Schon bei diesen Gehversuchen sieht man eine deutliche Tendenz der Wirbelsäule sich concav nach der durchschnittenen Seite zu krümmen.

Am deutlichsten präsentirt sich diese Krümmung gewöhnlich um den dritten Tag herum, zu welcher Zeit sich schon die Thiere recht gut von dem operativen Eingriff erholt haben. Bei Wendungen nach der verletzten Seite wird die beschriebene Krümmung der Rückenwirbelsäule bedeutend verstärkt, wogegen die Thiere nach der anderen Seite stets zeigerartig wenden.

Die Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach der Seite der Durchschneidung zeigen auch die Thiere bei herabhängendem Hinterkörper, oder wenn sie auf den Rücken gelegt werden. Das Uebergewicht der Rückenmuskeln auf der verletzten Seite ist jedoch am deutlichsten, wenn man die Thiere in der schon mehrfach ge-

schilderten Weise abwechselnd mit der einen und der anderen Thoraxseite auf die Hand stützt. Das mit der unverletzten Seite aufgestützte Thier schnellt häufig den Hinterkörper über die Horizontale nach oben und hält ihn bisweilen ziemlich lange erhoben; dagegen lässt das auf der verletzten Seite liegende Thier den Hinterkörper ganz ruhig herabhängen.

Die soeben geschilderten Erscheinungen sind jedoch von keiner sehr langen Dauer. Aehnlich wie die Lähmung des Hinterbeines ganz allmählig einer sich mehr und mehr zurückbildenden Parese Platz macht, so schwindet auch die primäre Rumpfkrümmung in spätestens 4 Wochen und tritt nunmehr eine Concavkrümmung der Rückenwirbelsäule nach der unverletzten Seite auf. Diese sich langsam ausbildende secundäre Rumpfkrümmung ist nichts anderes als eine Contracturerscheinung, was schon daraus hervorgeht, dass sich zu dieser Zeit gewöhnlich auch schon spastische Symptome in dem paretischen Hinterbein geltend machen. Dieses zeigt nämlich bei Rückenlage des Thieres häufig eine tonische Streckung und setzt passiven Bewegungen einen bedeutend grösseren Widerstand entgegen, als das nicht betroffene Hinterbein. Wird jetzt behufs Prüfung der Kraft der Rückenmuskeln der Hund mit der Seite, auf welcher die Rückenmarksdurchschneidung ausgeführt wurde, auf einen Tisch gelagert und der Hinterkörper bis zu den Scapulae über den Tischrand vorgeschoben, so löst sich die secundäre Krümmung sehr langsam und gleichmässig, indem der Hinterkörper herabsinkt, aber trotz Unruhe des Thieres wird er nicht wieder gehoben. Führt man dasselbe Experiment mit dem auf der anderen Seite liegenden Hunde aus, so beobach-

tet man ein rasches, aber ruckweises Sinken des Hinterkörpers und wird dieser häufig wieder in die Höhe geschellt.

Dass bei dem am Halsmark operirten Thier (cf. Vers. XV) die primäre Krümmung gar nicht beobachtet wurde, ist auf die hohe Durchschneidung und die daraus resultirende Erschwerung der Beobachtung zu beziehen. Dass aber die später beobachtete Krümmung auf der nicht durchschnittenen Seite thatsächlich eine secundäre war, wurde durch die soeben geschilderte Prüfungsmethode klargelegt. Sowohl dieses Thier, wie auch die am Brustmark operirten Hunde zeigen im Stadium der secundären Krümmung meist Zeigerbewegungen nach der durchschnittenen Seite, obgleich sie auch die Wirbelsäule nach dieser Seite concav krümmen können, allerdings nur auf Augenblicke, denn gleich wieder schnellt der Körper in die frühere Lage zurück (cf. Vers. XIV—XVI).

Wenn ich die vorstehenden Beobachtungen unter Vorbehalt noch weiterer Ausnutzung meiner Versuchsprotokolle kurz resumire, so scheint mir Folgendes durch dieselben erwiesen zu sein:

1. Im Gegensatz zu den Beobachtungen von Munk stehen die Stirnlappen zu den Rumpfbewegungen durchaus in keiner Beziehung.

2. Das Rumpfcentrum hat seine constante Lage zwischen den Extremitätencentren (Hitzig, Unverricht).

3. Bei Reizung dieses Centrums reagiren stets die Rumpfmuskeln derselben Seite (Unverricht).

4. Wie durch die halbseitigen Rückenmarksdurchschneidungen erwiesen, verlaufen die Leitungsbahnen zu den Rumpfmuskeln in der gegenüberliegenden Rückenmarkshälfte, und muss deshalb eine doppelte Kreuzung der Fasern angenommen werden.

5. Naeh Exstirpation des corticalen Rumpfcentrums scheint eine restitutio ad integrum die Regel zu sein.

L i t e r a t u r.

1. Gall, Anatomie et physiologie du système nerveux. 2^{ème} édit. Paris 1822—25.
2. Florens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. 2^{ème} édit. Paris 1842.
3. Magendie, Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux. Paris 1839. t. I pag. 175 ff.
4. Longe, Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertébrés. Paris 1842 t. I. pag. 644 ff.
5. Matteucci, Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux. Paris 1843, pag. 242.
6. Van Deen, Moleschott's Untersuchungen etc. Bd. VII, H. IV. pag. 381.
7. E. Weber, R. Wagner's Handwörterbuch der Physiol. Bd. III, Abthl. II, pag. 16.
8. Budge, Untersuchungen über das Nervensystem. Frankfurt a/M. 1842. H. II, pag. 84.
9. Schiff, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Lahr 1858—59. Bd I, pag. 362.
10. Hitzig und Fritsch, Ueber die electrische Erregbarkeit des Grosshirns. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1870. pag. 300.
11. Hitzig, Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874.
12. Nothnagel, Experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. Virchow's Archiv. Bd. 57.
13. Nothnagel, Experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. Virchow's Archiv. Bd. 58.
14. Goltz, Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Gesammelte Abhandlungen. Bonn 1881.
15. Goltz, Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Pflüger's Archiv. Bd. XXXIV und XLII.
16. Munk, Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. Berlin 1881.
17. Munk, Ueber die Stirnlappen des Grosshirns. Sitzungsberichte der königl. preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin, Juli 1882 (XXXVI).

18. Unverricht, Experimentelle und klin. Untersuchungen über die Epilepsie. Berlin 1883.
19. Unverricht, Ueber experimentelle Epilepsie. Verhandl. des VI. Congr. für innere Med. Wiesbaden 1887.
20. Bechterew, Вѣстникъ психіатріи и невропатологіи. 1883. II. pag. 187.
21. Rosenbach, О вліянні голодація на первніе центри. Диссерт. Ст. II. 1883. pag. 75.
22. Bechterew, Физіологія двигательной области мозговой коры. Архивъ психіатріи, нейрологіи etc. 1887. X. pag. 5.
23. Bechterew, Ueber Zwangsbewegungen bei Zerstörung der Hirnrinde. Virchow's Archiv. CI. 1885, pag. 473.
24. Luciani und Sepilli, Die Functions-Localisation auf der Grosshirnrinde. Deutsch von Fränkel. Leipzig 1886.
25. Johansson, Ein experimenteller Beitrag zur Kenntniss der Ursprungsstätte der epileptischen Anfälle. Inaug.-Dissert. Dorpat 1885.
26. Landois, Die Uraemie. Wien und Leipzig 1890.
27. Langley, The structure of the dogs brain etc. Journal of Physiology. Vol. IV 1884.
28. Hitzig, Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1874. pag. 402—409.
29. Ferrier, Die Functionen des Gehirns. Uebersetzt von Obersteiner. Braunschweig 1879. pag. 256—258.
30. de Boyer, Etudes cliniques sur les lésions corticales des hemisphères cérébraux. Paris 1879. pag. 46.
31. Goltz, Pflüger's Archiv, Bd. XX, pag. 38—39.
32. Hitzig, Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. Bd. XV pag. 270.
33. Loeb, Beitrag zur Physiol. des Grosshirns. Archiv für die gesammte Physiol. Bd. XXXIX pag. 265.
34. Goltz, Zur Physiologie der Grosshirnrinde. Archiv für Psychiatrie. Bd. XVIII pag. 268.
35. Exner und Paneth, Ueber Sehstörungen nach Operationen im Bereich des Vorderhirns. Arch. für die gesammte Physiol. Bd. XL pag. 62.
36. Leuret, Anatomie comparée du système nerveux. Paris 1857.
37. Luciani e Tamburini, Sulle funzioni del cervello. Virchow Hirsch Jahrb. 1878. I.

Thesen.

1. Im Rückenmark verlaufen auch doppelt gekreuzte Fasern.
 2. Die Stromstärke muss bei Rindenreizung *ceteris paribus* mit der Grösse des in Bewegung zu setzenden Muskelcomplexes wachsen.
 3. Probepunctionen können häufig diagnostische Irrthümer veranlassen.
 4. Bei Cardialgie soll stets auf *ren mobilis dexter* gefahndet werden.
 5. Die Benutzung von Filtern im Hausbedarf ist irrationell.
 6. Besteht bei Neugeborenen anatomisch der Verdacht auf Erstickung, so sollte niemals die mikroskopische Untersuchung der inneren Organe unterbleiben.
-

Kusick, Julius

Experimentelle Studien über die corticale Innervation der Rumpfmuskulatur
Inaug.-Diss

Dorpat 1890

Diss.med. 222-41/47#Beibd.47

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11594969-9